

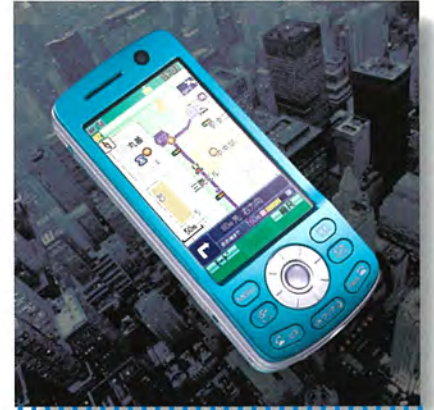
MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.81 No.2

2007 **2**

特集 「進化する携帯電話」

— 利用シーンの多様化を支える要素技術 —



目次

特集「進化する携帯電話—利用シーンの多様化を支える要素技術—」
 進化する携帯電話—利用シーンの多様化を支える要素技術—特集に寄せて …… 1
 室田和昭

進化する携帯電話
 —利用シーンの多様化を支える要素技術— …… 2
 広瀬健二・入野悦郎・佐田耕一

第三世代携帯電話“FOMA D903i” …… 7
 高田政宏

“D903i”アプリケーション …… 11
 井上将志・福井伸一

“D903i”のデザイン技術 …… 15
 荒井秀文・山崎 聡

“D903i”の大画面スライド機薄型化技術 …… 19
 岡本 聡・栗山一成・坂本博夫・谷口貴也・今泉 賢

“D903i”の大画面LCD・大画面アプリケーション技術 …… 23
 中谷英彦・菅原直人・木下真樹・難波隆広

“D903i”のカメラ・画像処理技術 …… 27
 幡野喜子・大塚 功・久野徹也・的場成浩・水島達彦

端末小型化に向けた小型高性能アンテナ技術 …… 31
 牧野 滋・大塚昌孝・伊東健治・深沢 徹

W-CDMA用小型切替式電力増幅モジュール …… 35
 太田 彰・森脇孝雄・辻 将典

2画面携帯電話におけるUDの取り組み …… 39
 沢田久美子・富森健史・石原 豊

ワンセグ・映像受信技術 …… 43
 木野茂徳・中山裕之・浅井光太郎・高橋真哉・田中功一

指操作入力インタフェース技術 …… 47
 川又武典

音声入力インタフェース技術 …… 51
 石井 純・井上将志

3G無線ネットワークの高度化に向けた標準化動向及び
 3Gパテントプラットフォーム動向 …… 55
 渋谷昭宏・矢野安宏・福井範行・岩根 靖・吉井浩三

Mobile Phone : How Mitsubishi Changes the Technologies—A Wide Variety of Applications by Mobile Communications in Everyday Life—

Foreword to the Special Issue on Mobile Phone Technologies
 Kazuaki Murota

Mobile Phone : How Mitsubishi Changes the Technologies
 —A Wide Variety of Applications by Mobile Communications in Everyday Life—
 Kenji Hirose, Eisuro Irino, Koichi Sada

Third Generation Mobile Phone “FOMA D903i”
 Masahiro Takada

“D903i” Application
 Masashi Inoue, Shinichi Fukui

Design Development Technologies for “D903i”
 Hidebumi Arai, Satoshi Yamazaki

Mechanical Technologies for Small-sized Mobile Phone
 Satoshi Okamoto, Kazunari Kuriyama, Hiroo Sakamoto, Takaya Taniguchi, Masaru Imaizumi

Wide Screen LCD Technologies and Applications for “D903i”
 Hidehiko Nakatani, Naoto Sugawara, Masaki Kinoshita, Takahiro Nanba

Camera and Image Processing Technologies for Mobile Phone “D903i”
 Yoshiko Hatano, Isao Otsuka, Tetsuya Kuno, Narihiro Matoba, Tatsuhiko Mizushima

Antenna Technologies for Reducing Portable Telephone Size
 Shigeru Makino, Masataka Otsuka, Kenji Ito, Toru Fukasawa

A Switchable Power Amplifier Module for W-CDMA
 Akira Ohta, Takao Moriwaki, Masanori Tsuji

Universal Design of Double Screen Mobile Phone
 Kumiko Sawada, Takeshi Tomimori, Yutaka Ishihara

Signal Receiving and Transport Stream Reproduction of Digital Broadcasting on Mobile Phones
 Shigenori Kino, Hiroyuki Nakayama, Kotaro Asai, Shinya Takahashi, Koichi Tanaka

User Interface Technologies by Finger Touches and Tracing Actions
 Takenori Kawamata

Speech Input Interface Technologies
 Jun Ishii, Masashi Inoue

Trends in Standardization for Evolution of 3G Telecommunications Network and in 3G Patent Platform
 Akihiro Shibuya, Yasuhiro Yano, Noriyuki Fukui, Yasushi Iwane, Kozo Yoshii

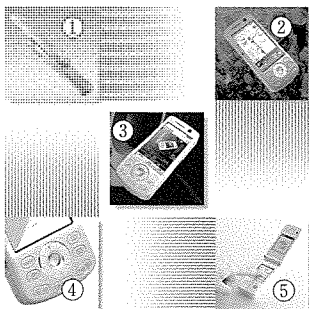
特許と新案

「デジタル無線電話機」「ハイパーテキスト表示システム
 及びハイパーテキスト表示方法」 …… 59

「バイプレータ取付構造」「無線電話機」 …… 60

スポットライト

FOMA D903i WIDE FACE×SLIM BODY



表紙：進化する携帯電話—利用シーンの多様化を支える要素技術—

携帯電話は通話やメールといった通信端末の枠を越え、デジカメ、GPSナビ、音楽、ワンセグ等、多機能なマルチメディア端末へと進化しています。また、子供向け・高齢者向けの特設機能に絞り込んだ端末や、ファッション性を重視した端末など、市場がより一層多様化しています。

このように利用シーンが多様化する中で三菱電機は“薄型化技術・大画面応用技術・インタフェース技術”を核として先進的で使いやすい携帯電話を開発しています。

表紙は①薄型化技術で実現するスリムボディ、②大画面アプリの一例であるGPS機能、③音楽を楽しむためのFMトランスミッター機能、④素早い操作を可能にしたスピードセレクター、⑤直感的な操作を可能にするタッチパネルインタフェースです。



進化する携帯電話—利用シーンの多様化を支える要素技術—特集に寄せて

Foreword to the Special Issue on Mobile Phone Technologies

室田和昭

Kazuaki Murota



携帯電話が進化する過程で、ある興味深い変化があった。携帯電話が身近になり始めるのは、米国の“マイクロタック”やNTTドコモの“ムーバ”と呼ばれた小型携帯電話が登場したころのことである。もしこのムーバを博物館で手にすれば、思いのほか大きかったことに驚くかも知れないが、三菱電機などが技術の粋を集めた当時としては最先端の機器であった。このころは、携帯電話を片手に持ち、もう一方の手の人差し指でボタンを押していた。

数年の後、携帯電話がもう一回り小さくなり、掌と指で携帯電話を一周握れるようになったのだが、そのときだれもが握った親指でボタン操作をしていた。1995年ごろのことであった。このとき以来“発信”“終話”ボタンが使いやすい中心部に移り、今日に至っている。ポケットに持ち歩く小型の携帯電話も、それ以前は、いざ使う段には両手をフリーにする必要があり、近くにベンチやテーブルが欲しかったのである。親指操作でユーザーは自由を獲得した。歩きながらも、横断歩道の信号待ちでも、つり革を握っているときでも、と利用シーンは格段に増えた。小さく軽く、が開発の目標であったが、その結果が親指操作になるとは当時考えてもいなかった。携帯電話は爆発的に売れ始めた。振り返ると、このときが携帯電話元年だったのではないかと思う。

その当時からPDA(Personal Digital Assistant)、スマートホンなどの情報機器はあったが、今も大きな市場には至っていない。いま、通信・放送の融合・連携などICTが推進される中で、パソコン、携帯電話とともにこれらの進化も期待される。機能は多い方が良く、機器は小さいほど良く、表示デバイスは大きいほど良いのだが、本質がそこに

あるのではないようである。オフィスや自宅にある情報機器に比べ、小さなキー、限られた表示面積など、携帯電話がユーザーに努力を強いているのは事実である。それでも私たちユーザーは、ワンセグケータイなど夢のある新しい携帯電話に魅力を感じている。それは、機器に少々の制約はあっても利用シーンだけは制約されたくない、と考えるからだろう。かつての携帯電話の親指操作がそのことを教えている。片手での操作が制約を解き、携帯電話を“ポータブル”から“ポケットブル”に進化させた。

いま、カメラ、音楽、決済などあらゆるものが携帯電話と一体化されようとしている。携帯電話一つで数多くのシーンが演出できる便利さはユーザーにとって魅力的である。さらに、この統合から一歩進めて、利用シーンに隠れている制約からユーザーを解放できれば素晴らしいことである。

携帯電話は更に“ウェアラブル”へと進む可能性もある。ウェアラブルの実現には、これまで以上に高度な入出力デバイスが必要である。その結果、ハンディキャップを乗り越えだれもが自然に使える機器に進化することが期待される。また、携帯電話は、他人に囲まれた中でも使われるプライベートな持ち物である。電車の車内では今もマナーが連呼されている。マナー違反の本質、例えば“他人に好き勝手に振舞われている不快感”などを技術が解決できれば利用シーンは広がるはずである。こうしたシーン拡大こそ多くのユーザーが望んでいることのようにも思われる。

後になればだれもが当然と思うことも、その過程では当事者もなかなか気付いていないものである。たゆみない努力と試行から突然市場が生まれる。新たな利用シーンを生む技術革新が期待される。

進化する携帯電話—利用シーンの多様化を支える要素技術—



広瀬健二*



入野悦郎**



佐田耕一**

Mobile Phone : How Mitsubishi Changes the Technologies—A Wide Variety of Applications by Mobile Communications in Everyday Life—
Kenji Hirose, Etsuro Irino, Koichi Sada

要旨

日本の携帯電話契約者数は2005年末に9千万加入を突破した。その中で2006年6月にはNTTドコモのFOMA(注1)契約比率が50%を突破し、本格的な第3世代携帯電話の時代を迎えた。また2006年夏にはW-CDMA(Wideband-Code Division Multiple Access)方式を更に高速化したHSDPA(High Speed Downlink Packet Access)の商用サービスが開始されるなど、更なるサービスの多様化、通信速度の高速化が図られている。

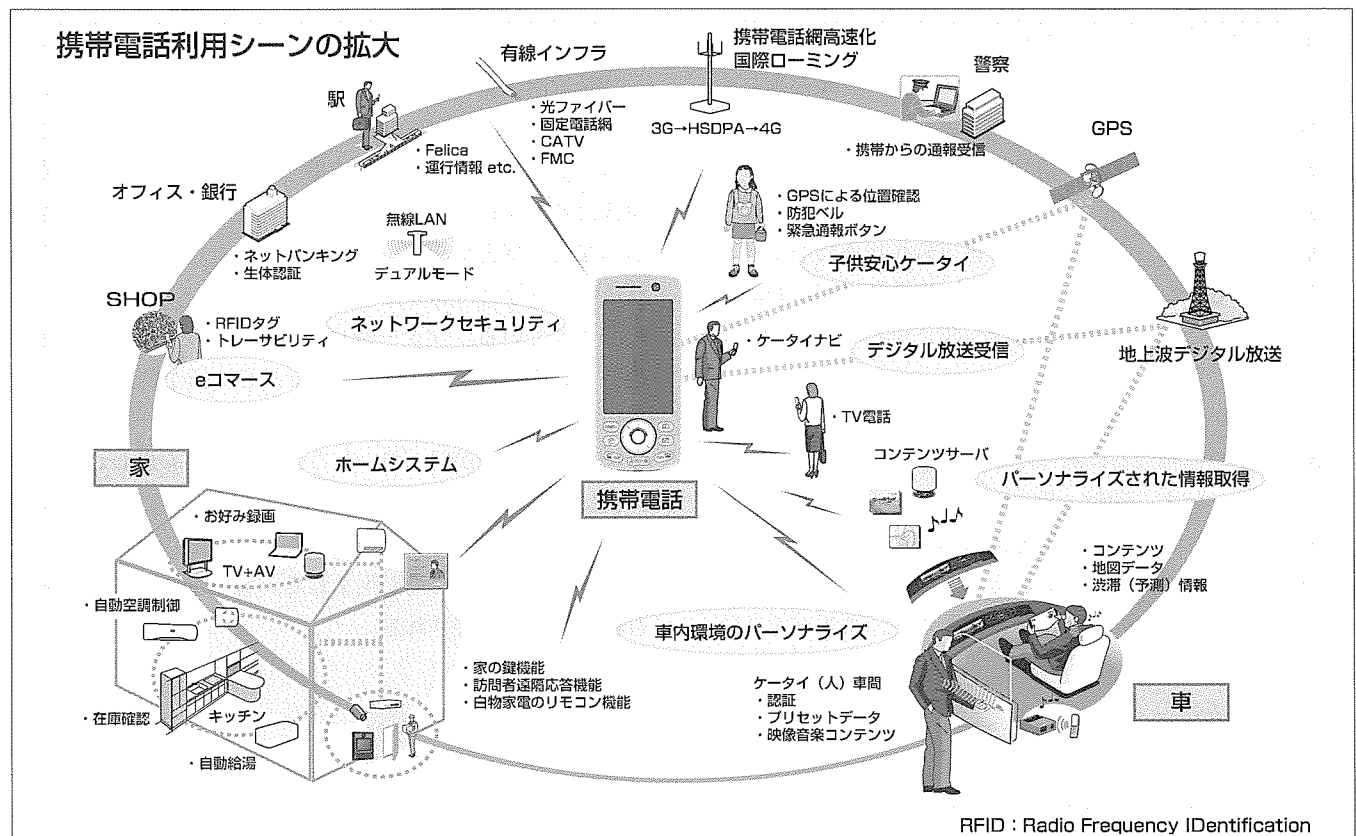
従来は、電子メールやブラウジングといった情報ツールとして使用されていた端末だが、ここ数年でFeliCa(注2)などの電子決済サービス、ワンセグなど放送系サービス、

(注1) FOMAは、(株)NTTドコモの登録商標である。
(注2) FeliCaは、ソニー(株)の登録商標である。

GPS(Global Positioning System)を利用した位置情報サービスなど多様な機能が搭載されるようになり、私たちの情報化社会を支える一番身近な生活ツールとしてなくてはならない存在となった。

アプリケーションの多様化を支えるため、携帯電話に搭載されるLSIやメモリなどのデバイス性能は大きく向上している。今後基板実装技術や筐体(きょうたい)小型化技術などの基盤技術がますます重要になる。また表示画面の大型化やカメラ画素数の高画素化など、ユーザーがより端末を使いやすくするための入出力技術も進化を続けている。

この特集では三菱電機のFOMA携帯電話製品の特長を紹介し、また基盤技術、アプリケーション技術の動向について述べる。



携帯電話の利用シーンの拡大

携帯電話は単なる音声通話の手段としての端末の域を超え、FeliCaによる電子決済サービスや地上波デジタル放送などの放送受信端末、GPSによる位置情報検索など様々な機能が搭載されるようになった。またホームシステムや車との連携機能も搭載され、私たちの生活になくてはならない生活ツールとなってきている。

1. ま え が き

日本における携帯電話契約数は2005年末に9千万台を突破し、2006年11月末現在9,445万契約となった。2006年6月、NTTドコモのFOMA契約比率が50%を突破し、本格的な第3世代デジタル方式の時代を迎えた。また2006年8月には、W-CDMAの下り通信速度を飛躍的に高速化するHSDPAの商用サービスが開始され、更に100Mbpsクラスの通信速度を提供するSuper3Gといった新たな通信方式が開発されつつある。

また、携帯電話は、単なる連絡用としての端末から情報交換や検索のツールとして発展してきており、更に最近では、音楽・映像配信、小額決済や位置検索のサービスが出現し、2006年7月に開始されたワンセグなどのデジタル放送対応の機種も開発され、生活に密着した必需品として普及してきている。

用途が様々な生活シーンにわたることから、携帯電話に対するユーザーの要求も多様化し高度化してきている。形状としては、小型薄型軽量化の進化が期待される一方で、多くの情報や精緻(せいち)な映像を表示するために液晶画面を大型高精細化する必要がある。また、日常携帯する道具であるので、ユーザーの嗜好(しこう)に合致する色彩や形状のデザイン性も要求される。

本稿では、まず、最近携帯電話が活用されている様々な具体的事例を紹介し、それを支えている通信方式や携帯電話機に搭載されている機能について述べ、最新機種である“FOMA D903i”の紹介をする。さらに、基盤技術、アプリケーション技術についての今後の動向について述べる。

2. 携帯電話の多様化

2.1 携帯電話利用シーンの拡大

当初は音声通話のみであった携帯電話端末であったが、1999年2月NTTドコモによりiモード^(注3)が開始されたのを機に、メールやインターネットといった新たな情報ツールとしての機能が加わった。近年、更なる機能やサービスの追加により、ますます発展を遂げている。図1に携帯電話契約数の推移と搭載サービス高度化の関係を示す。

携帯電話はもはや単なる電話ではなく、個々人が最も身近に所有する生活ツールとして普及・発展し、情報化社会の中核となっている。

2.2 通信方式の多様化

携帯電話の通信方式は、アナログ方式採用の第1世代、PDC(Personal Digital Cellular)などの爆発的な加入者の増加を支えたデジタル方式を採用する第2世代、そして現在サービスされているW-CDMA等の第3世代デジタル方式と発展を遂げてきた。これらの世代が進むに伴い、信号伝送速度も高速化されている。

2006年8月にはNTTドコモによりHSDPAの商用サービスが開始され、本格的な第3.5世代の通信方式の時代に突入した。現在各国で検討が進められているSuper3G(3.9G)や4Gといった規格が実用化されれば、移動環境下で現在の有線系サービスと同程度の通信速度が提供されることとなる。

一方、同じ無線資源を使ったブロードバンドアクセスの方式として、携帯電話に比べてサービスエリアは限られるが、より高速な無線LAN系のサービスが一般の家庭に普及しており、今後更に高速化されることが予測される。また携帯電話とこれらのサービスが各システムの特性に

(注3) iモードは、(株)NTTドコモの登録商標である。

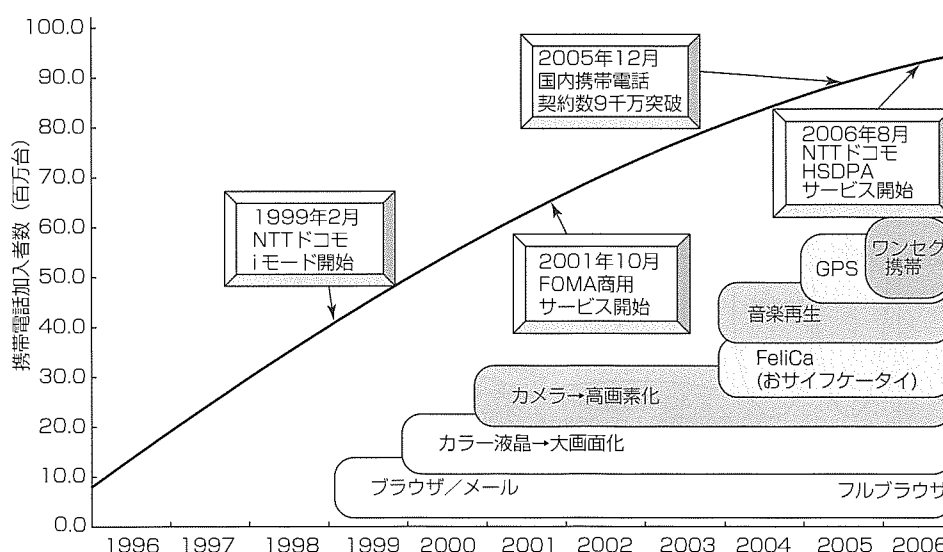


図1. 携帯電話契約数の推移と搭載サービスの高度化

てエリアオーバレイされ、エンドユーザーがその切り替わりを意識することなく使用できるFMC(Fixed Mobile Convergence)の研究・開発が進められている。図2に各種モバイルアクセスシステムの可搬性(モビリティ)と伝送速度を比較した図を示す。

2.3 アプリケーションの多様化

携帯電話に新しく搭載された技術として、放送(ワンセグなど)、GPS、音楽(ATRAC3(Adaptive TRansform Acoustic Coding 3)、MP3(Motion Picture experts group audio layer-3)、AAC(Advanced Audio Coding)など)、FeliCa(おサイフケータイ、トルカ^(注4)、モバイルSuica^(注5)等)、生体認証(話者照合、指紋認証、顔認証等)などがあげられる。

特にFeliCa搭載によって携帯電話がより生活に密着したものになる傾向に拍車をかけている。FeliCaを利用したEdy^(注6)(チャージタイプのプリペイド機能)とモバイルSuica(定期券、プリペイドでの切符の購入)の搭載で、多くの日常生活の場面で小銭を持つ習慣が変わる可能性がある。

また、ワンセグも携帯電話の使い方を変える強い要素となると考えられる。テレビは“横画面”文化であるが、現在の携帯電話の主流は“縦画面”文化である。この文化の違いが携帯電話の形の変化や使い方の変化を促すものと考えられる。横画面文化を取り入れた携帯電話も市場に登場している。併せてHSDPAとフルブラウザの組合せによって、より携帯電話がパソコンのような使われ方をすることが促進される。パソコンも横画面文化であるため、使い方の変化を一層促進していくと思われる。

(注4) おサイフケータイ、トルカは、(株)NTTドコモの登録商標である。

(注5) モバイルSuicaは、東日本旅客鉄道(株)の登録商標である。

(注6) Edyは、ビットワレット(株)が管理するプリペイド型電子マネーサービスのブランドである。

3. 三菱電機の端末技術

当社は、2002年3月発売開始の“FOMA D2101V”(FOMA 1号機)、2004年6月発売開始の“FOMA D900i”(FOMA 2号機)以降、継続してNTTドコモ向けFOMA端末を開発、市場投入している。

2006年11月から発売を開始したFOMA D903iは、アプリケーション系を中心として大幅に機能追加し、かつFOMA 903iシリーズ中で最薄筐体を実現した端末である。以下に、FOMA D903iの主な製品の特長について述べる。

- (1) “FOMA D901i”以来好評のスライド筐体を採用し、FOMA 903iシリーズ中、最薄サイズ(18.2mm)を実現した。
- (2) スピードセクター^(注7)搭載と大画面2.8インチワイド液晶の採用により快適な操作性を実現した。
- (3) GPS機能を搭載した。
- (4) WMA(Windows Media^(注8) Audio)対応ミュージックプレーヤーを搭載した。
- (5) FMラジオ、FMトランスミッターを搭載した。

また表1、表2にFOMA D903iとFOMA D900iの主要機能比較機を示す。端末筐体を小型・薄型化しつつ、機能を高度化させていることが分かる。

4. 基盤技術の進化

4.1 携帯電話デバイスの進化

携帯電話端末に要求されるデータ処理性能はサービスの多様化に伴い急速に増大しており、主要デバイスの大幅な性能向上が図られている。

(注7) スピードセクターは、三菱電機(株)の登録商標である。

(注8) Windows Mediaは、米国Microsoft Corp.の米国、及びその他の国における登録商標である。

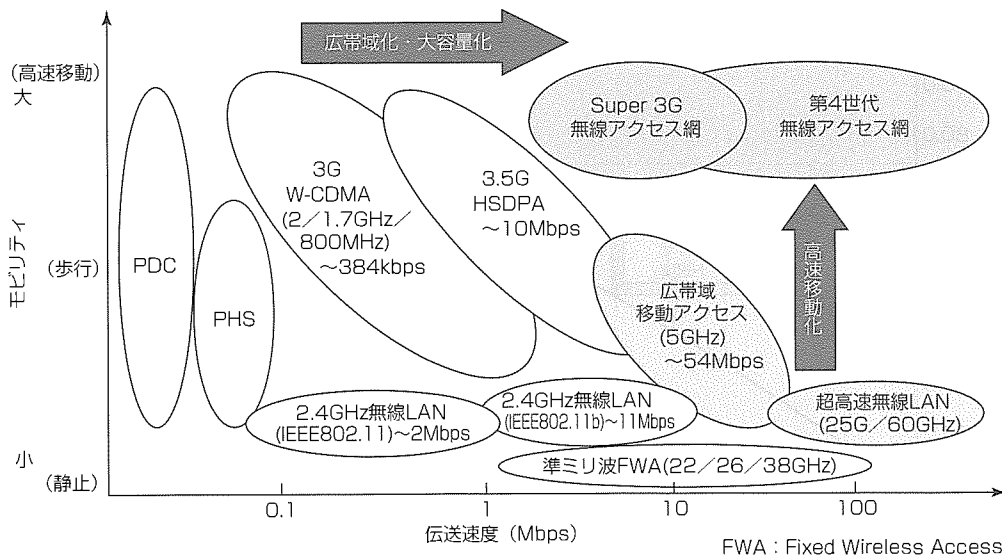


図2. 各種モバイルアクセスシステムの可搬性と伝送速度の比較

表1. D903 i とD900 i の主な性能比較

項目	D903 i	D900 i
発売時期	2006年11月	2004年6月
筐体形状	スライド	二つ折り
サイズ・長さ×幅×厚さ	109×48×18.2(mm)	106×49×27(mm)
質量	113g	124g
LCD	メイン 2.8インチワイドQVGA	2.2インチQVGA
カメラ	メイン 320万画素 オートフォーカス対応	100万画素 SPINEYEカメラ

表2. D903 i で筐体サイズに影響を及ぼす可能性のある搭載機能

項目	D903 i 搭載機能
筐体サイズに影響を及ぼす可能性のある搭載機能	FeliCa
	GPS機能
	FMラジオ
	FMトランスミッター
	マルチバンド対応

(1) 通信・アプリケーション処理LSI

携帯電話のアプリケーション処理をする演算処理部(MPU)は、iモード初号機である“mov a^(注9) D501 i”(PDC)の使用クロック周波数は10MHz程度であったが、現世代のFOMA機では2~300MHzとなり、8年間で約30倍の高速化を達成した。また回路規模も演算処理部の並列化、各種IP(Intellectual Property)の内蔵などで約40倍に増加している。

(2) チップセット

チップセットを構成するLSI数は端末サイズ制約のため、少なく押える必要がある。FOMA開発当初、ベースバンドLSIを通信部とアプリケーション部の2チップ構成に分離したが、現在では1チップに集積している。また無線部は今後、送信回路、受信回路、発信器等のデジタル化により、1チップ化に向けた集積が進んでいくと予測される。

(3) メモリ

プログラムを格納するフラッシュメモリは、mov a D501 i では32Mbit程度であったが、現世代FOMA機では0.8~1Gbitと25~30倍に増加した。また、主としてデータ処理に使用するメモリはmov a D501 i では8Mビット程度であったが、現世代では1~2Gビットになり、125~250倍に増加している。

(4) 基板、パッケージ

電子デバイスを実装する基板においては、狭ピッチ配線、薄板化による高密度実装化が進展している。mov a D501 i では配線/スペース間隔が150μm/150μm、基板各層の厚みが80μmが主流であったが、現世代FOMA機ではそれぞれ50μm/50μm(最小部)、40μmと2倍以上の高密度化を達成している。パッケージ構造は、実装面積を削減して寄生容量・インダクタンスも極小化して性能を確保するため、複数LSIを同一パッケージに積層化するSIP(System In

(注9) mov aは、(株)NTTドコモの登録商標である。

Package)が主流となった。

携帯電話に実装するために、各デバイスは消費電力、発熱量及びサイズに対する厳しい制約を守らなければならない。また回路規模は携帯電話の更なる進化に伴い増加していく。これらの課題を解決するため、携帯電話用デバイスは、各デバイスプロセスのテクノロジードライバの役割を担っていくと考えられる。

4.2 無線機能の進化

携帯端末の無線機能は、データ伝送の高速化と収容回線の大容量化が継続的に行われている。端末のデータ伝送レート推移を以下に示す。

(1) FOMAのデータ伝送速度

サービス開始時から下り(基地局→端末)384Kbps、上り(端末→基地局)64Kbps、HSDPAでは下り3.6Mbpsに高速化された。

(2) 今後のデータ伝送速度

下りはHSDPAで14.4Mbps、上りはHSUPA(High Speed Uplink Packet Access)導入で5.7Mbpsまで高速化される。Super3Gが実用化されると下り100Mbps/上り50Mbpsと、現在の高速有線LAN並になっていくと想定されている。

また無線回線のトラフィック収容能力を増加させるため、複数の通信帯域を使うマルチバンド化による通信帯域拡張が行われてきた。FOMAにおいては、サービス開始時は2GHzシングルバンドであったが、2005年春から800MHz帯が追加されデュアルバンドとなり、2006年春からは更に1.7GHz帯が追加されトリプルバンドに拡張された。1.5GHz帯の再編が現在、総務省情報通信審議会で検討されている。

4.3 筐体小型化技術の進化

端末に要求されるサイズは年々小型、薄型化しており、筐体自体の小型化技術は進化を続けている。ここでは、一例としてアンテナの小型化について述べる。マルチバンド対応や海外無線システム(GSM)への対応、同一周波数帯を複数で受信して特性を改善するダイバシティアンテナへの対応など、アンテナへの要求条件は増加している。またFeliCa、GPS、FM、ワンセグなどの通信アプリケーション機能の搭載によって携帯電話に搭載される総アンテナ数及び種類が更に増えている。表3にFOMA搭載アンテナ種別と筐体容積を示す。対応搭載アンテナの種類及び数が増加したが、小型化、筐体のスペースを有効活用し、機器全体の小型、薄型化を実現している。

5. アプリケーション技術の進化

iモードによるブラウジングサービス開始以降、携帯電話でコンテンツデータを“見る”使い方がスタートした。コンテンツサービスの進化とともに、表示への要求性能が上

表 3. FOMA搭載アンテナと筐体容積の推移

商品名	D901iS	D902i	D902iS	D903i
発売時期	2005年6月	2005年11月	2006年6月	2006年11月
FOMA	2GHz	●	●	●
	800MHz	●	●	●
	1.7GHz		●	●
FeliCa		●	●	●
GPS				●
FMトランスミッター				●
アンテナ容積	2.3cc	2.3cc	3.37cc	3.68cc
筐体サイズ (高さ×幅×厚さ (mm))	106×50×24	109×50×19.5	110×49×19.9	109×48×18.2

がり、携帯電話に搭載されるLCD(Liquid Crystal Display)はカラー化、大型化、高精細化してきた。現在2.8インチまで表示サイズが拡大し、ワイドQVGA(Quarter Video Graphics Array)まで解像度が上がってきたが、今後も筐体サイズぎりぎりまでのサイズ拡大、VGA以上の解像度へ進化が続く見込みである。

一方カメラは、当初10万画素程度から始まり、現在では300万画素クラスまで到達してほぼデジタルカメラ並みの性能に近づきつつある。現在は解像度の向上にとどまらず、オートフォーカスや手ぶれ補正などの付加機能が強化され、今後は被写体検出による撮影画像補正技術などが搭載されると考えられる。表 4 に、携帯電話に搭載されるLCDとカメラの進化を示す。

コンテンツアクセスについては、端末の機能向上に伴い、パソコンと同じレベルのWebアクセスが可能なフルブラウザが利用可能になってきた。入力デバイスは、FOMA D902iSで搭載したスピードセレクトが好評であるが、より使いやすいユーザーインターフェースを実現するために、新しい操作系デバイス等のハードウェア、及びメニュー等のソフトウェアの進化が今後も続くと考えられる。

表 4. 携帯電話搭載のLCDとカメラの進化

商品名	D501i	D502i	D251i	D903i
特長	iモード 初号機	カラーLCD 搭載初号機	カメラ搭載 初号機	903iシリーズ中 最薄スライド機
発売時期	1999年3月	2000年1月	2002年7月	2006年11月
LCD	メイン 1.3インチ STNモノクロ 96×108dot	1.6インチ STN256色 96×120dot	2.1インチ TFD26万色 132×76dot	2.8インチ TFT26万色 ワイドQVGA 240×400dot
カメラ	メイン 非搭載	非搭載	17万画素 ハニカムCCD 固定焦点	320万画素 オートフォーカス メカシャッター 動画手ぶれ防止

STN : Super Twisted Nematic
TFD : Thin Film Diode
TFT : Thin Film Transistor
CCD : Charge Coupled Device

6. む す び

携帯電話に要求されているニーズの多様化とそれを支える技術及びインフラの進化について述べた。

携帯電話は単なる通信機能を持った端末から、既に高機能をコンパクトな筐体に詰め込んだ生活ツールとして進化してきている。今後は通信速度のさらなる高速化に伴ってお客様に便利さ、快適さ、面白さを提供するとともに、新たなアプリケーションツールとして発展させていくことが求められている。

参 考 文 献

- (1) “進化する携帯電話”特集号, 三菱電機技報, 79, No.2 (2005)
- (2) 電気通信事業者協会ホームページ
<http://www.tca.or.jp>

第三代携帯電話 “FOMA D903i”

高田政宏*

Third Generation Mobile Phone “FOMA D903i”

Masahiro Takada

要旨

国内における携帯電話は、第三代通信方式のCDMA (Code Division Multiple Access)が主流になっており、CDMAの高速データ通信を利用したサービスの多様化が進み、キャリア各社の競争が激化している。また、2006年10月にはキャリア会社間で電話番号の持ち運びが可能となる番号ポータビリティが始まり、ますますキャリア間競争が激化している。

このような背景の中、(株)NTTドコモから高機能携帯電話端末“903iシリーズ”が2006年10～12月に発売されており、三菱電機では、“FOMA^(注1) D903i”を開発し、2006年11月に市場へ投入した。

主な特長は次のとおりである。

- (1) 903iシリーズ中、最薄の18.2mmのスライドボディ
- (2) GPS(Global Positioning System)機能の搭載
- (3) Windows^(注2)対応パソコン標準音楽フォーマットであるWMA(Windows Media^(注2) Audio)対応ミュージックプレーヤーを搭載
- (4) 音楽を楽しむ“NOW PLAYING情報”取得機能付きFMラジオ、FMトランスミッターを搭載
- (5) 3G国際ローミング対応

(注1) FOMAは、(株)NTTドコモの登録商標である。

(注2) Windows, Windows Mediaは、米国Microsoft Corp.の登録商標である。



FOMA D903i

FOMA D903iは、903iシリーズ唯一のスライドボディを採用した端末であり、シリーズ最薄を誇る。D902iSで好評であったスピードセレクターを踏襲しつつ、大画面2.8インチワイド液晶との組合せにより、快適な操作性を実現している。

1. ま え が き

国内における携帯電話市場は2006年9月末現在で9,380万加入にまで達している。このうち、62%が第三代携帯電話となっており、日本市場はCDMA技術を用いた第三代携帯電話が主流になったと言える。そのため、CDMAの高速データ通信を利用し、また、ユーザーニーズに合った多彩なサービスを活用できる携帯電話が重要となってきた。

この状況下、当社では、(株)NTTドコモ向けに高性能携帯電話端末FOMA D903iを開発し、2006年11月に市場投入した。

本稿では、その製品の概要について述べる。

2. FOMA D903 i の特長

FOMA D903iは、前機種であるFOMA D902iSの好評機能を踏襲しつつ、新しい機能を追加し、エンドユーザーへ商品性を訴求している。

主な特長、新規機能は次のとおりである。

- (1) D901iから採用したスライドボディを踏襲し、更なる薄型化を実現。(株)NTTドコモ 903iシリーズ内で最薄のカタログ値18.2mmとなっている。
- (2) D902iSで好評であったスピードセレクターを継承し、大画面 2.8インチワイド液晶との組合せによって快適な操作性を実現している。
- (3) Windows 対応パソコン標準音楽フォーマットであるWMAに対応したミュージックプレーヤーを搭載し、ネットワーク接続環境があれば、多くのミュージックストアから音楽を取り込むことが可能で、また、iモード^(注3)サイトからダウンロードできる“着うたフル^(注4)”にも対応している。
- (4) 音楽を更に楽しむため、“NOW PLAYING情報”取得機能付きFMステレオラジオ、そしてカーステレオ等に無線で音楽を転送できるFMトランスミッターを搭載している。
- (5) 自分のいる位置が分かるGPS機能を搭載し、GPSナビアプリでナビゲーションができたり、iモードメールで自分の位置を相手に知らせたりすることが可能である。
- (6) 自分の携帯電話がそのまま海外でも使用できる国際ローミングサービス“WORLD WING^(注3)”(3G)に対応している。
- (7) セキュリティ強化として、D902iSと同じく自分の声のキーワードでICカードロックができる“ボイス認証”を継続搭載している。
- (8) “非接触ICカード”FeliCa^(注5)の“R/Wモード”に初め

(注3) iモード、WORLD WINGは、(株)NTTドコモの登録商標である。

(注4) 着うたフルは、(株)ソニーミュージックエンタテイメントの登録商標である。

(注5) FeliCaは、ソニー(株)の登録商標である。

て対応し、FeliCa機能を利用して端末間で電話帳、写真などのデータ交換が可能となっている。

- (9) そのほか、2.8インチワイド液晶を活用する“ヨコ画面表示対応フルブラウザ”、Word、Excel、Power Point^(注6)を表示できる“ドキュメントビューア”、ムービー再生を支援する動画変換・管理ソフト“Motion Smoothy 3”を同梱(こん)している。

FOMA D903iの各種仕様・性能を示すと表1のとおりとなる。

3. 各部の構成

上記機能、仕様・性能を満足させるために、D903iでは、多くの新しい開発を行っている。この章では、D903iの構成について述べる。

図1にD903iの全体ブロック図を示す。当社では、FOMAの設計・開発において富士通(株)と協業を行っている。ハードウェア、ソフトウェア両面において開発協業を行い、開発の効率化、工期短縮を進めている。以下、各ブロックの概要について示す。

3.1 ベースバンド/アプリケーション部

D903iでは、ベースバンド、アプリケーション部の集積回路として(株)NTTドコモと(株)ルネサステクノロジが共同

(注6) Word、Excelは米国Microsoft Corp.の商品名であり、Power Pointは同社の登録商標である。

表1. FOMA D903 i の仕様・性能

項目	仕様・性能
サイズ・質量	109×48×18.2(mm) 約113g
連続待受時間	約540時間(静止時) 約380時間(移動時)
連続通話時間	約170分(音声) 約100分(テレビ電話)
電池パック	リチウムイオン790mAh
メインディスプレイ	約2.8インチ 240×400ドット ワイドQVGA TFT 262,144色
カメラ機能(背面)	オートフォーカス対応 CCDカメラ 約320万画素(有効) 約320万画素(記録)
カメラ機能(前面)	CMOSカメラ 約10万画素(有効) 約10万画素(記録)
外部インタフェース	USB microSDスロット IrDA、赤外線リモコン ステレオイヤホンコネクタ FeliCa FMトランスミッタ出力

CCD : Charge Coupled Device

CMOS : Complementary Meta Oxide Semiconductor

IrDA : Infrared Data Association

QVGA : Quarter Video Graphics Array

TFT : Thin Film Transistor

USB : Universal Serial Bus

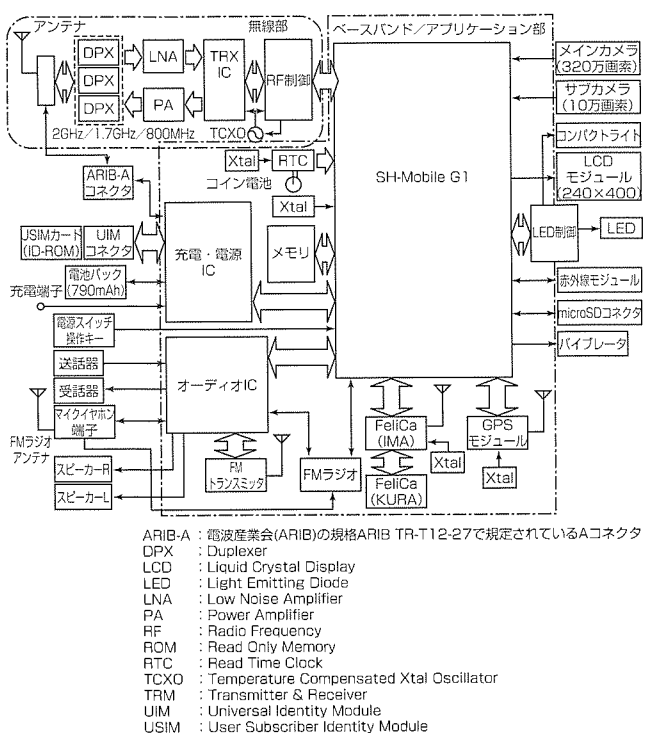


図1. FOMA D903iの全体ブロック図

開発した“SH-Mobile G1”を新規採用した。SH-Mobile G1は、W-CDMA (Wideband CDMA) 携帯端末のグローバルな普及促進とコスト低減をねらいとして、W-CDMAとGSM (Global Systems for Mobile communications) / GPRS (General Packet Radio Service) 方式の通信機能を担うデュアルベースバンドとアプリケーションプロセッサをワンチップ化したものである。前機種でのD902iSで3パッケージ構成であったものが1パッケージとなっており、D903iの薄型化に貢献している。また、(株)NTTドコモが培ってきたW-CDMA技術と、(株)ルネサステクノロジーの高度なLSI製造技術、マルチメディア・アプリケーション処理技術を融合させたことで、高性能かつ低消費電力を実現している。

さらに、SH-Mobile G1の採用に合わせて、周辺LSIとして充電・電源IC及びオーディオICの開発を行い、小型化及び消費電流の削減を図った。また、SH-Mobile G1は多くの外部周辺回路接続インタフェースを備えており、追加部品なしに、容易に下記3.3節で述べる周辺回路の接続を可能としている。

3.2 無線部

無線部は、2GHz帯の無線周波数に加え、800MHz帯及び1.7GHz帯にも対応している。主に以下の動作を行っている。

- (1) アンテナから入力される3つの周波数帯域の高周波信号を抽出してダウンコンバートし、ベースバンド信号へ変換し、I、Qアナログ信号としてベースバンド部へ出力する。
- (2) ベースバンド部からのアナログI、Q信号を直交変調

し、決められた周波数帯域へアップコンバート、PAで電力増幅後、アンテナへ出力する。

- (3) ベースバンド部からの制御信号により、スロット単位での送信電力制御を行う。

また、海外の3G網への接続にも対応しており、国際ローミングを可能としている。

3.3 インタフェース回路部

D903iでは、新たに次の外部インタフェース機能を搭載している。

- (1) R/Wモード対応FeliCa“非接触ICカード”

D902iSまでのFeliCaはカードモードのみの対応であったが、D903iではR/Wモードにも対応した。R/WモードはIMA LSIとKURA LSIで実現している。R/Wモードに対応したことにより携帯電話対携帯電話での情報通信が可能となり、電話帳や写真の転送がFeliCa経由でできるようになっている。また、新チップセットの採用に伴い、データ保存容量が3倍になっており、トルカ^(注7)の機能拡張ではIDの割当ても可能で、簡単な身分証明証としても利用できる。

- (2) GPS機能

当社では、D903iで初めてGPS機能を携帯電話に搭載した。GPSは、衛星からの電波を受信し、自分の居場所を測位するシステムである。GPS動作は、GPS専用のアンテナ及びGPSモジュールで実現している。W-CDMA通信を利用しFOMA基地局の高精度クロックでGPSクロックの精度補正を行い、GPS測位偏差の低減を図っている。

総務省からは「2007年4月以降、携帯電話事業者が新規に提供する第三世代携帯電話端末については、原則としてGPS測位方式による位置情報通知機能に対応する」との方針が出されており、今後、GPSは携帯電話で重要な機能となる。

- (3) FMラジオ

当社では、“D253iWM”(MUSIC PORTER^(注7))へFMラジオを搭載して以来、音楽を訴求する端末2機種“D701iWM”(MUSIC PORTER 2)、“D851iWM”(MUSIC PORTER X)で継続搭載しており、その技術をD903iへも展開した。D903iではFMラジオLSIを採用し、ステレオイヤホンをアンテナとして利用することで、受信可能となっている。ラジオリスニング中にはラジオに関係のない電気回路の消費電流を抑制させることにより約30時間の連続使用を可能としている。

- (4) FMトランスミッター

音楽を更に楽しむことを目的にFMトランスミッターを搭載した。FMトランスミッターに入力された音楽信号、音声信号はトランスミッターLSI内でFM変調し、80MHz

(注7) トルカ、MUSIC PORTERは、(株)NTTドコモの登録商標である。

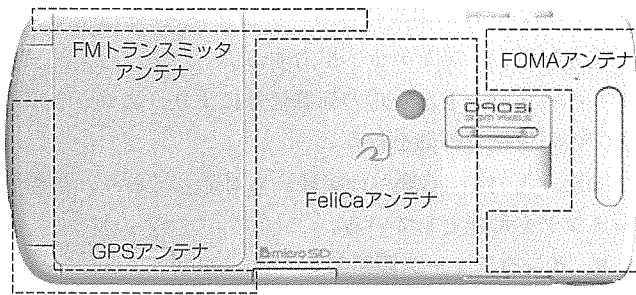


図2. アンテナの概略配置

帯(86.1~87.3MHz)へアップコンバート、高周波増幅器を経て、内蔵アンテナから携帯電話外へ送信している。送信電力は無線免許を要しない微弱電波を使用しており、使用環境、受信するFMラジオの性能により変動するが概略3~5mの通信距離を得ている。また、混信を防止するために、13のチャンネルを持っている。

3.4 内部構成

D903iでは当社携帯電話の特徴であるスライドボディを踏襲し、更なる薄型化を進めるため多くの対策を行っているが、重要な2項目について述べる。

(1) アンテナの最適配置

D903iはW-CDMA通信対応として2GHz帯に加え800MHz帯/1.7GHz帯の3バンドに対応するアンテナが必要であるが、更に、FeliCa、GPS、FMトランスミッター機能を実現するためのアンテナも必要となっている。これらアンテナは周波数帯域が大きく異なるだけでなく、相互に悪影響を及ぼすため、共用化が困難である。また、スライドボディの特徴から、2つ折りボディよりも表面積が少ないというデメリットがある。そこで、端末の背面部分全体を有効に利用し、各種アンテナを配置し、相互の影響を低減させながら、各アンテナ性能の確保を達成している。アンテナの概略配置を図2に示す。電池パックとメインカメラ部を除き、背面はほぼアンテナとなっていると言える。アンテナ最適配置により無駄な空間を抑え、薄型化を図っている。

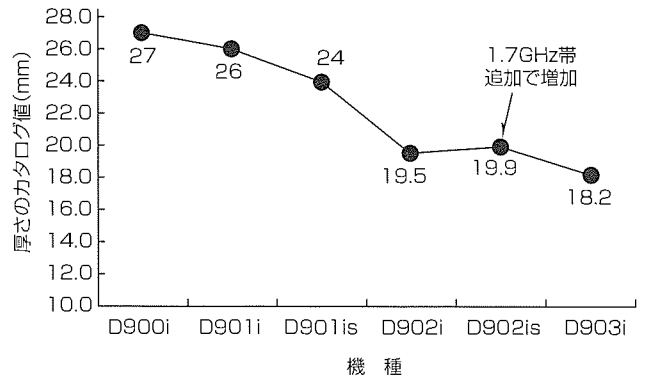


図3. 90x系携帯電話の厚さ比較

(2) 部品実装基板構成の最適化

過去の機種からGPS、FMトランスミッター、ラジオの機能追加があり、また、更なる薄型化を達成するため、基板構成の最適化も重要な要素となっている。そこで、基板を3枚化し、階層構成に組み立てることで実装効率を高め、薄型化を図っている。基板間の接続には当社で開発したフレキシブル基板の熱圧着接続方法を採用し、薄型化を推進している。また、発熱しやすい部品を中央基板部分に配置することにより、筐体(きょうたい)表面の集中的温度上昇を抑え、薄型化を実現しながら、必要な放熱性能も達成している。

上記以外にも、カメラの小型化、液晶の薄型化、microSDコネクタの採用などを実施し、D903iの薄型化を実現している。図3は、当社開発90x系携帯電話の厚さの推移を示している。薄型化は携帯電話の重要開発要素の一つであり、継続して更なる開発を目指している。

4. むすび

2006年秋に商品化した第三世代携帯電話FOMA D903iの概要につき述べた。

当社は、今後も蓄積した技術を最大限に活用し、魅力のある製品を開発していく所存である。

最後に、開発に当たり指導いただいた株式会社NTTドコモを始め、関係各位に謝意を表す。

“D903 i” アプリケーション

井上将志*
福井伸一*

“D903 i” Application

Masashi Inoue, Shinichi Fukui

要 旨

MNP (Mobile Number Portability：番号ポータビリティ制度)の導入，ソフトバンク(株)の新規参入が重なり，携帯電話キャリア間の競争が激化している市場環境において，端末メーカーとしては，より商品力のある魅力的な携帯電話の市場投入が求められている。

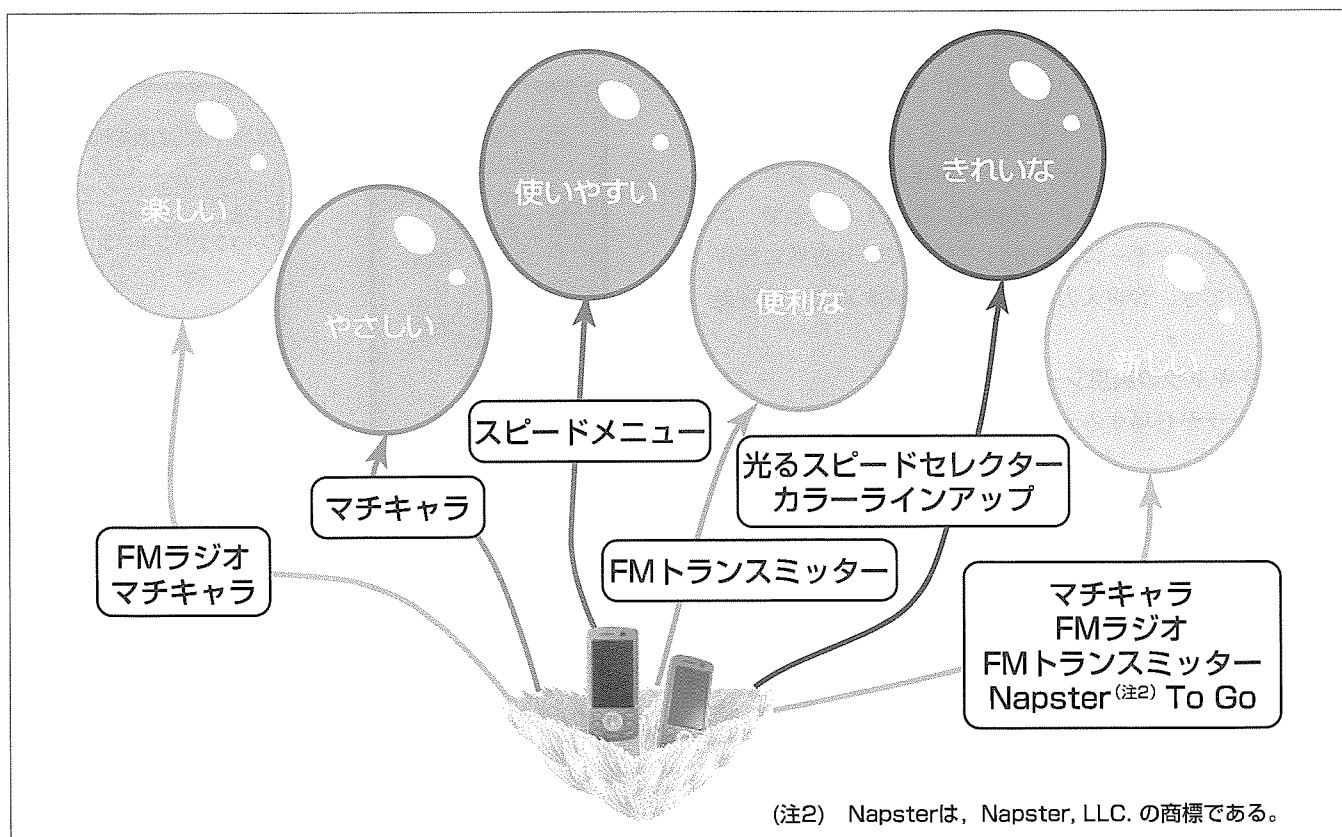
903iシリーズは，MNP導入(2006年10月24日)後，初めて市場に投入される(株)NTTドコモ向けメイン端末となり，大きな期待を背負って投入されるシリーズである。

そのような状況下で，“FOMA^(注1) D903i”は他キャリア機，及び，(株)NTTドコモ同シリーズ内他社機の中で“選ばれる端末”になるための商品企画を行った。

現在，三菱電機ではユーザーベネフィットを創出するために，“楽しい／優しい／使いやすい／便利な／綺麗(きれい)な／新しい”という6つのキーワードに着目した携帯電話の商品企画を行っている。

これらのキーワードのうち，本稿では“楽しい／優しい／便利な／新しい”アプリケーションである，“マチキャラ”“FMラジオ”“FMトランスミッター”の3つについてそれぞれのアプリケーション搭載に伴う企画のねらい，及び，これらのアプリケーションの利用シーンについて述べる。

(注1) FOMAは，(株)NTTドコモの登録商標である。



FOMA D903 i 商品企画のイメージ

D903 iは“楽しい／優しい／使いやすい／便利な／綺麗な／新しい”の各項目において，上図のような商品企画を行った。

1. ま え が き

“FOMA D903i”(以下D903i)はMNP導入直後に発売される(株)NTTドコモの主力機種として、競争力、商品力を持った端末であることが求められている。

これらの状況下において、D903iは、癒し(いやし)系アプリケーションの“マチキャラ”及び、(株)NTTドコモが90シリーズの訴求点としている音楽系のアプリケーションとして、90シリーズでは初搭載となる“FMラジオ”，(株)NTTドコモ機として初となる“FMトランスミッター”を搭載する。

上記3つのアプリケーション搭載のねらいと、それらのアプリケーションの利用シーン等について述べる。

2. マチキャラ

2.1 マチキャラ搭載のねらい

D903iでは、D901i以降の当社90系シリーズで採用しているスライド形状を継続搭載しており、画面が常に外に出ているという特徴を持っている。二つ折りタイプの端末等と比較すると、画面を目にする機会が多い。

よく目にする画面の中で、ユーザーの好みのキャラクターが動き回り、不在着信や新着メール等の情報を見た目にも楽しく伝えてくれることによって、ユーザーがより楽しく携帯電話を使うことをねらいとしている。

また、D903iでは、よく使うアプリケーションを音声で簡単に起動することができる“スピードメニュー”という機能を新規に搭載した。ユーザーが携帯電話端末に音声で入力を行う際に、キャラクターが画面に存在することで、ユーザーはキャラクターに呼びかける感覚でより自然に発声することができ、音声入力の抵抗感を軽減することが可能になった。

2.2 マチキャラの利用シーン

マチキャラが登場するシーンは以下の4つである。

(1) 待受画面

待受画面はマチキャラの基本シーンであり、電源投入時の登場イベントはここでしか見ることはできない。

その他、メール受信後や、不在着信後等にも楽しいアクションでユーザーにイベントを通知する(図1)。

(2) メニュー画面

メニュー画面では、メニュー設定からタイルアイコンを選択したときにマチキャラが登場する。マチキャラが居るアイコンにフォーカスを当てようとする、フォーカスから逃げ回るマチキャラの姿を見ることができる(図2)。

(3) iモード^(注3)画面

iモード閲覧中は、通常はマチキャラを見ることはできないが、一定時間操作をしないとマチキャラが登場する(図3)。

(4) スピードメニュー画面

スピードメニュー画面では、前述した通り、音声入力でのシーンでマチキャラが登場する(図4)。

マチキャラは、既出のドコモダケのほかに、“シャチ”“スケボーマン”がプリインストールされており、これらから選択できるだけでなく、iモードサイトから好きなマチキャラをダウンロードして設定することも可能である(図5、図6)。

(注3) iモードは、(株)NTTドコモの登録商標である。

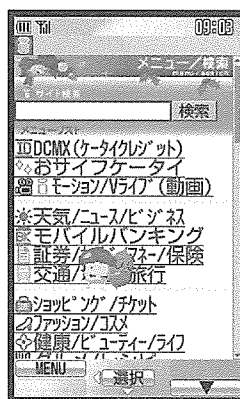


図3. iモード

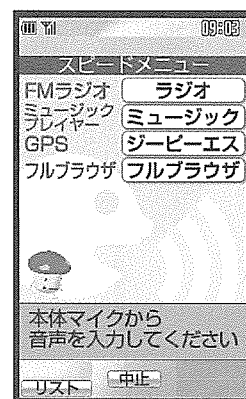


図4. スピードメニュー

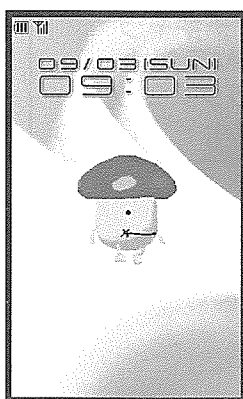


図1. 待受画面

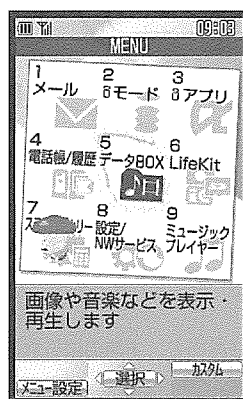


図2. タイルメニュー

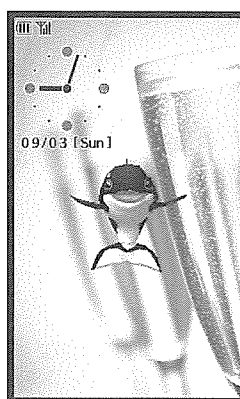


図5. シャチ

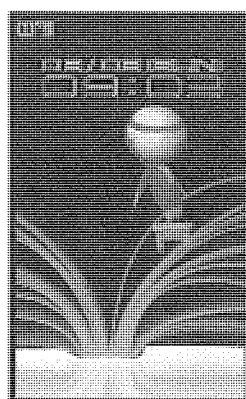


図6. スケボーマン

3. FMラジオ

3.1 FMラジオ搭載のねらい

近年、携帯電話で音楽を楽しむユーザーが急激に増加しており、(株)NTTドコモの903iシリーズの大きな訴求点としても音楽という要素が取り上げられている。

携帯電話で音楽を楽しむ方法としては、CDからリッピングした楽曲や、パソコンで購入した楽曲を携帯に取り込んで聴く方法や、携帯電話で直接iモードサイトから“着うたフル^(注4)”をダウンロードして聴く方法等がある。

D903iでは、前述の二つの方法以外にも、ユーザーがより気軽に音楽を楽しめる手段として、FMラジオを搭載した。

市場調査においても、10代~50代の幅広い層で、30~40%のユーザーが“音楽を聴くためにラジオを利用する”と回答しており(図7)、これはメディアが多様化している現在においては、決して少なくない数字と言える。

また、D903iでプリインストールされているFMラジオアプリケーションは、現在放送中の楽曲の曲名/アーティスト名を取得する、“NOW PLAYING情報取得機能”を(株)NTTドコモ携帯電話機として初めて搭載し、さらに、その楽曲の着うた^(注4)や着うたフルを検索し、ダウンロードサイトにアクセスする機能を持っている。

このアプリケーションの搭載によって、着うたフルを入手するための間口を広げることが可能となり、より多くのユーザーに携帯で音楽を楽しんでもらうことをねらっている。

“NOW PLAYING情報取得機能”は、全国47都道府県の主要FMラジオ局全53局の協力によって、リアルタイムに情報を取得することが可能となっている。

(注4) 着うたフル、着うたは、(株)ソニーミュージックエンターテインメントの登録商標である。

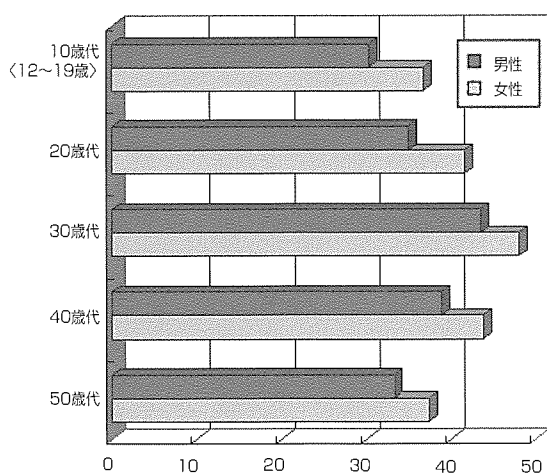


図7. “音楽を聴くためにラジオを利用する”と答えた割合 (2005年8月HABIT調査)

3.2 FMラジオの利用シーン

D903iに搭載のFMラジオアプリケーションを用いて、オンエア中の楽曲の曲名/アーティスト名を取得し、着うたや着うたフルの検索を行い、ダウンロードサイトに接続するまでの手順を図8に示す。楽曲の検索及び結果の表示は、アプリケーション開発元である(株)ディーツーコミュニケーションズが運営しているポータルサイトで行っている。

4. FMトランスミッター

4.1 FMトランスミッター搭載のねらい

前項でも述べたとおり、携帯電話で音楽を楽しむユーザーは増加してきている。D903iにおいても、前述のFMラジオアプリケーションのプリインストールや、パソコン経由で簡単に楽曲を購入、転送するためのNapster To Goへの対応等、楽曲を本体へ取り込むための手段を充実させている。その上で、携帯電話に取り込んだ音楽を生活の中でのより幅広いシーンで手軽に楽しんでもらうことをねらいとし、Bluetooth^(注5)対応機器等と比べて、身の回りの至る所に既に存在するFMラジオに、簡単に音声を出力させることが可能なFMトランスミッターを搭載した。

(注5) Bluetoothは、Bluetooth SIG, Inc. の登録商標である。



図8. FMラジオアプリケーションを用いた楽曲のダウンロード手順



図9. FMトランスミッターの利用シーン例

音楽を生活の一部として利用するためには、簡単に楽曲を取り込む手段を充実させるだけではなく、聴く際にもユーザーのライフスタイルに合わせて、多様なシーンで楽しむことが必要であると考えている。

4.2 FMトランスミッターの利用シーン

FMトランスミッターの利用シーンとしては、ドライブ中にカーステレオで聴いたり、自宅のオーディオ機器で聴いたり、バスルームの防水ラジオで入浴中に音楽を楽しんだり、また、最近市販されているFMラジオ付きヘッドフォンに出力することで、ワイヤレスヘッドフォンとしてスマートに音楽を楽しむことも可能となる(図9)。

FMトランスミッターへの出力は、図10に示すように、ミュージックプレーヤーから、簡単に設定が可能である。

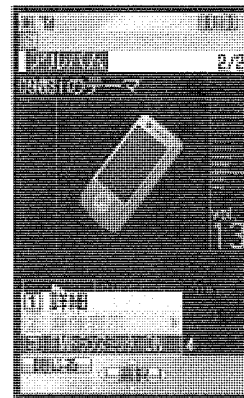


図10. FMトランスミッターへの出力

更に、iアプリ^(注6)の音声をFMラジオに出力させることも可能なので、ドライブ中に、D903iでプリインストールされているGPSアプリケーションの音声ナビゲーションを、車のFMラジオに出力させて音声案内として利用する等、音楽以外にも幅広く活用できる。

(注6) iアプリは、(株)NTTドコモの登録商標である。

5. む す び

2006年11月に発売されたFOMA D903iの特長的なアプリケーションである、マチキャラ、FMラジオ、FMトランスミッターについて、各アプリケーション搭載における企画のねらいや利用シーンについて述べた。

今後もエンドユーザーの視点に立って、より楽しい、優しい、使いやすい、便利な、綺麗な、新しい携帯電話を企画し、魅力的な製品の開発に貢献したい。

“D903i”のデザイン技術

荒井秀文*
山崎 聡*

Design Development Technologies for “D903i”

Hidebumi Arai, Satoshi Yamazaki

要 旨

近年、携帯電話は、通話やメールといったコミュニケーションツールとしての枠を越え、デジタルカメラに迫る機能の搭載、GPSナビゲーション、ゲーム、ワンセグテレビ視聴と多機能なビジュアルビューワへと進化している。また、その一方で、子供向け、高齢者向けの特定機能に絞り込んだ端末や、ファッション性を重視した端末等への期待が高まり、市場がより一層多様化していることが分かる。

多様化する携帯電話の開発において、ユーザー視点からの発想による将来を分析予測する技術、使いやすさを調査

分析する技術、魅力的なデザインを作り上げる技術、これらを備えたデザイン部門の役割は今後ますます重要になってくる。

本稿では、事例として、(株)NTTドコモから発売している“FOMA^(注1) D903i”のデザインについて、デザイン開発フローの紹介と、プロダクトデザインとインタフェースデザインの両面からの報告、さらに、今後の携帯電話のデザインの方向性について考察する。

(注1) FOMAは、(株)NTTドコモの登録商標である。



D903iのプロダクトデザインとインタフェースデザイン

ビジュアルビューワ化が進む携帯電話において、スライドタイプは多くの点で優れたボディタイプである。スライドタイプは、大型ワイド画面が露出していることにより、画面デザインによって全体のデザインイメージが大きく変わるため、インタフェースデザインの重要度はますます上がっている。プロダクトデザインとインタフェースデザインの高い次元でのマッチングが商品力を向上するためのポイントである。

1. ま え が き

第三代携帯電話であるFOMAの普及が拡大している。従来のPDC(Personal Digital Cellular)方式mov^(注2)からFOMAへの移行が順調に進み、NTTドコモの携帯電話契約に占めるFOMA利用者の割合が2006年6月で50%を突破し、今後も増加傾向にある。

携帯電話の役割は、通話やメールといった単なるコミュニケーションツールとしての枠を越え、デジタルカメラに迫る機能の搭載、フルブラウザ、GPSナビゲーション、ゲームを始めとするアプリケーション等、多機能なビジュアルビューワへと進化している。

2. D903iのプロダクトデザイン

2.1 デザイン開発技術

D903iデザイン開発における開発フローは以下のとおりである(図1)。

(1) 先行研究

新しい機能に適したボディタイプの研究、新しいインタフェースの研究、市場トレンド研究、デザインのクオリティを向上する素材や仕上げの研究を行う。先行研究の成果を基にD903iのデザイン開発を行う。

(2) 商品企画

ユーザー視点からの発想、デザイナー独自の将来を予測する能力を商品企画に生かす。端末イメージを早期にビジュアル化し、企画の可能性検証、商品開発で目指すべきゴールを明確に示す。

(3) デザインコンセプト創出

商品企画から、その商品の魅力を十分に引き出し、かつ、

(注2) mov^(注2)は、(株)NTTドコモの登録商標である。

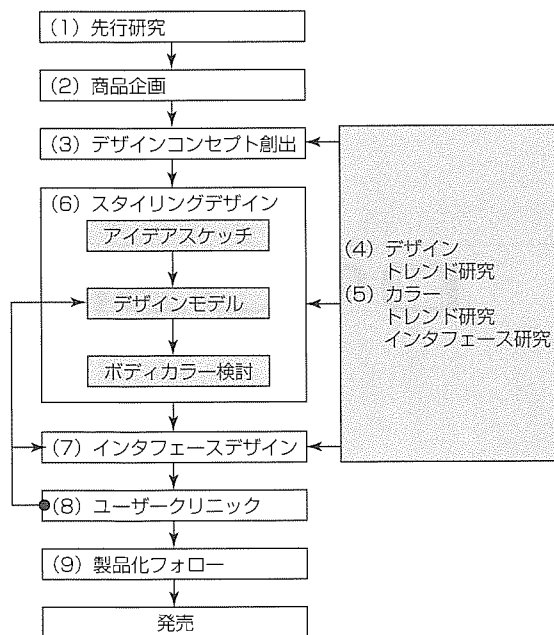


図1. デザイン開発フロー

ターゲットユーザーにマッチしたデザインコンセプトを創出する。

(4) デザイントレンド研究

プロダクトデザイン、グラフィックデザイン、ファッションデザイン、インテリアデザイン等の幅広いジャンルのデザイントレンド調査分析を行う。

(5) カラートレンド研究

デザイントレンド研究と同様に幅広いジャンルのカラートレンドの調査分析を行う。さらに、全端末のボディカラーの動向の経年変化を把握することにより、今後のカラートレンドを予測し、カラー戦略を構築する。

(6) スタイリングデザイン

デザイントレンド研究をベースにしなが、デザインコンセプトに即したスタイリングデザインを行う。

アイデアスケッチ(図2)を作成後、デザインモデルを作成し、同時にボディカラー検討を行う。

(7) インタフェースデザイン

ターゲットユーザーの趣向、プロダクトデザインにマッチした使い勝手の良いインタフェースデザインを創出する。

(8) ユーザークリニック

デザインモデルを数案作成後、ユーザーを対象に操作性評価、デザイン調査、カラー調査を行う。

操作性評価(図3)では、持ちやすい横幅の調査分析や、操作しやすいキーの大きさ、突起の調査等、使いやすい端末を実現するための人間工学的な評価検証を行う。これらにより得られた情報を製品開発に反映する。

(9) 製品化フォロー

製品の完成度を上げるため、部品の仕上がりの確認作業を行う。

2.2 D903iのボディタイプ

画面が露出したスライドタイプは、多くの点で有利なボディタイプである。ビジュアルビューワ化の進む携帯電話において、デジタルカメラと変わらない作法で撮影が可能

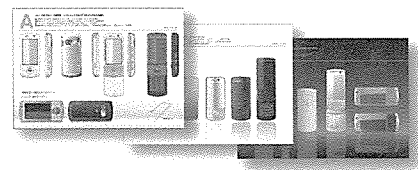


図2. アイデアスケッチ

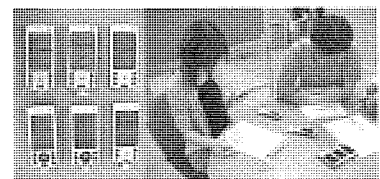


図3. 操作性評価実験

な点、端末を取り出し素早く地図を確認したり再生中の音楽の曲名を確認することが可能な点、端末を横にするだけで自然なスタイルでのワンセグテレビ視聴が可能な点等である。

2.3 D903iのコンセプト

D903iは、FOMA903iシリーズ最薄の厚み18.2mmのスリムボディに2.8インチワイド液晶を搭載し、大画面を生かした各種ビジュアル機能と音楽再生機能を持つ端末である。

高機能を搭載しながらも、それを余り感じさせず気軽に利用できるイメージをスタイリングに表現し、女性ユーザーからも支持されるデザインの実現がプロダクトデザインのテーマである。

デザイントレンド研究から、次期デザイントレンドは、“シンプルでスムーズな形状に高質感のある仕上げ”と分析した。プロダクトデザインのテーマ“気軽に利用できるイメージを表現し、女性ユーザーから支持されるデザイン”と次期デザイントレンドを融合し、デザインコンセプトを“FINE～美しい、繊細な、洗練されたイメージ”とした。

スムーズなウェーブラインのシンプルなフォルムに高質感を表現するエッジのあるデザイン、それを生かす質感の高いカラーを採用し、洗練されたイメージを実現した(図4)。

スピードセクター等、細部にも質感の高い素材を使用し、見た目だけでなく触感さえもデザインに取り込み、本物感を演出することでデザインクオリティを向上した。

2.4 D903iのカラーラインアップ

D903iは、女性に重点を置いた上品なカラー3色(オータムゴールド、ウィンターホワイト、スプリングピンク)とインパクトカラー1色(サマーターコイズ)のラインアップとした。

インパクトカラーのサマーターコイズは、“D902i”のプレミアムイエロー、“D902iS”のマゼンタと同様の効果をねらった。新機種としての登場感、個性的なカラーで他人に自慢したいというユーザーの心理にこたえるカラーである。また、ファッションのカラートレンドとも関連する色調でもある。

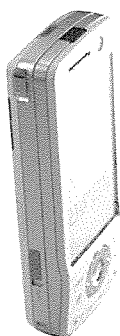


図4. D903iの外観

3. D903iのインターフェースデザイン

3.1 D903iのインターフェースデザインコンセプト

D903iのインターフェースデザインで重視した点は、ターゲットユーザーの趣向に合致した画面デザインの展開と、ワイド液晶、スライド端末であることを利用した使い勝手の向上である。

3.2 画面デザインの展開

スライドタイプは液晶画面が前面の大部分を占めるため、画面デザインがデザインのイメージを決定する大きな要素となっている。そのため、画面デザインを含めて、トータルなデザインがユーザーの趣向に合致しているかが重要となる。

プロダクトデザイナーと早い段階から意見を交換し、ターゲットユーザー像を構築した。各本体色に対して、年齢、性別、及びこのデザインを選ぶユーザーはどんなグラフィックを好むのか、様々なデザインを検討した。

インターフェース全般の画面デザインで重要になるのが、トータルコーディネート設定と呼ばれる機能である。これは、待ち受け画面、待ち受け時計、アニメーションメニュー、カラーテーマをセットとして、ユーザーが好みの設定に簡単に変更することができる機能である。そのため、インターフェース全体を通して画面デザインのコンセプトを統一することが可能となった(図5)。

各本体色のターゲットユーザーの趣向に合致させながら、幅広いユーザー層に満足してもらえよう、バリエーション展開を行った。

“FINE”というデザインコンセプトに添って、カメラフレーム、デコメピクチャ等コンテンツのグラフィックもデザインしており、操作全般で統一されたデザインになり、これが顧客満足度の向上につながる。

3.3 使い勝手の向上

スピードセクターとワイド液晶による操作性の向上と、スライド操作に連動したクイック操作により使い勝手を向上した。

スピードセクターとは、従来の方向キーに回転デバイスを使用したキーのことである。D903iは、ワイド液晶



図5. トータルコーディネート設定



図6. スピードメニュー

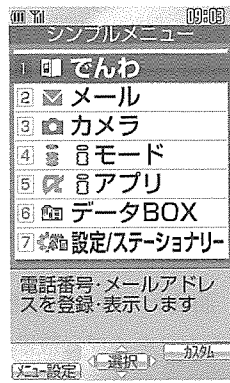


図7. シンプルメニュー

であることから、一覧で表示される項目数が多く、閲覧性は良い。それに加え、スピードセクターを採用することで、選択性も向上させた。特に、最近の機能であるフルブラウザでは、閲覧性の良さが向上している。

スライド端末は、二つ折りボディタイプと異なり、閉じたままで基本的な操作を行うことが可能である。また、ワイド液晶であることから、待ち受けで表示可能な情報へのアクセスが充実している。D903iでは、閉じた状態で時計、カレンダー、スケジュール、新着情報、メモ、不在着信、メール着信、留守番電話等、様々な情報に直接アクセスが可能で、スライドを開くことで編集が可能とした、スライド編集機能も搭載し、スライド端末ならではの使いやすさを実現した。

これ以外にも、音声入力によるスピードメニュー(図6)や、簡単な体系で文字が大きなシンプルメニュー(図7)の搭載などユニバーサルデザインにも配慮したメニューを搭載している。

4. 今後の携帯電話デザインの方向性

通話主体のコミュニケーションツールとして始まった携帯電話は、メール、写真、ムービー、音楽を経て、GPS、ワンセグテレビ、フルブラウザとビジュアルビューワとしての傾向を強めている。

端末を横にするだけで自然なスタイルでの動画視聴に適したスライドタイプは、今後ますます注目されるボディタイプである(図8)。

さらに、より大画面で画像を楽しみたいというユーザー

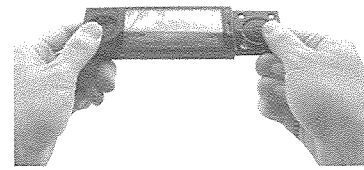


図8. スライドタイプワンセグ端末(コンセプト)

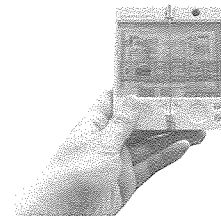


図9. 大画面端末(コンセプト)

のための複数の画面をつなげて大画面として利用する端末(図9)や、ヘッドマウントディスプレイタイプの端末の登場も予想される。

また、子供向け、高齢者向け端末が好調なことから、特定の機能に絞り込んだ端末、ファッション性を重視した端末等、多彩なユーザーの要求にこたえる多様な携帯電話の登場が加速すると考えられる。

5. むすび

多様化する携帯電話において、デザインは、今後ますます重要なポイントとなる。高性能機種を好むユーザーでも、購入の際、重視する項目の1位は“機能”ではなく、“デザイン”となっている(2005年3月実施、901シリーズ購入ユーザーアンケートより)。

このことから、デザインに対する期待は高まっていると同時に、ユーザーのデザインに対する評価もより一層シビアなものになってくるのが容易に予測できる。

このような市場に対し、デザイン部門は、ユーザーニーズを的確につかみ、新たな機能に最適なボディタイプ、インタフェースの創造、より質感の高い素材や仕上げの研究を今まで以上高いレベルで行う必要がある。

また、そういったアイデアを的確なタイミングで市場に投入するために、早期に関係部門に明確な方向性を提示することが重要である。

“D903i”の大画面スライド機薄型化技術

岡本 聡* 谷口貴也***
 栗山一成* 今泉 賢†
 坂本博夫**

Mechanical Technologies for Small-sized Mobile Phone

Satoshi Okamoto, Kazumari Kuriyama, Hiroo Sakamoto, Takaya Taniguchi, Masaru Imaizumi

要 旨

携帯電話では、液晶の大画面化や筐体(きょうたい)の薄型化などを特長とした製品が、各社から次々と市場に投入されている。

しかし、多種多様な場面で用いられる携帯電話では、使用する性別や年齢層によっても加わる機械的負荷にばらつきがあるのに加え、新機種で機能を追加したり、構造を変えた場合に負荷が大きく変化する場合もある。

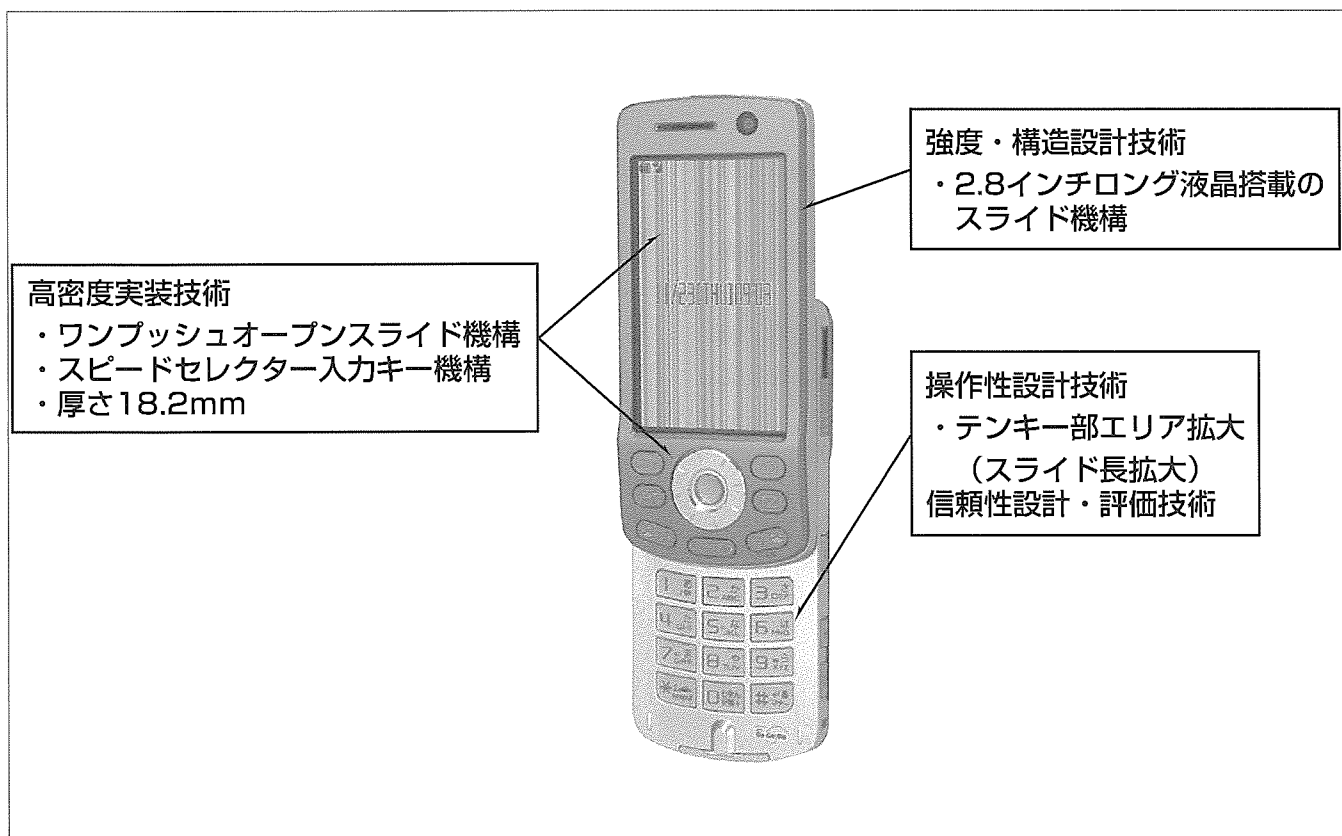
このため、大画面化や薄型化を進める上では、ユーザーの使用環境や使用時に加わる負荷の種類や程度を想定しつつ他社機との差別化を図りながら信頼性を確保するために、様々な解析技術を駆使しながら開発・設計を行っている。

その中で、“D903i”では、“D902i”で搭載を実現した2.8

インチロング液晶の画面サイズを継承しつつ、“D901iS”から盛り込んだワンプッシュオープンスライド構造や“D902iS”から搭載したスピードセクター入力キー機構を、ユーザーの操作性やデザイン性を重視しながら進化させている。

さらに、内蔵する部品の仕様にも様々な進化を盛り込みながら、様々な使用環境や使用状況を想定して開発・設計・評価を進め、D902iの筐体厚さ19.5mmよりも更に1.3mm薄型化させた90系FOMA^(注1)機をD903iで実現させている。

(注1) FOMAは、(株)NTTドコモの登録商標である。



D903iを支える機構設計要素技術

D903iの筐体外観と開発・設計においてポイントとなった技術事例を示す。

ワンプッシュオープンスライド機構やスピードセクター入力キー機構を搭載しながら薄型化を進化させる高密度実装技術をはじめ、操作性向上や強度確保の構造設計技術、信頼性設計・評価の技術を用いている。

1. ま え が き

携帯電話は、カメラや液晶の高画素数・高精細化に加え、音楽配信、地上波デジタル放送、GPSアプリケーションなどの新規機能の搭載がますます進んでいる。

これに加えて、電波受信範囲の拡大やデータ処理速度の向上のため、内蔵部品も機能の進化とともに小型化・低背化を実現させてきた。

このような市場動向の中で、搭載する部品の機能や仕様も向上させながら、併せて小型・薄型化や操作性の向上が携帯電話開発には求められている。

三菱電機では、今後の携帯電話で、データ閲覧、地図閲覧などの利便性向上に加え、地上波デジタル放送などファインドット表示需要が拡大することを考慮し、大画面液晶の搭載やスライド機構、入力キーの操作性改善を、他社に先駆けて実現してきている。

本稿では、ワンプッシュオープンスライド機構やスピードセクター入力キー機構といった独自機能の操作性を進化させながら、他の機能向上も盛り込んだ上で、筐体の厚さの薄型化も実現したD903iの機構開発・設計について述べる。

2. スライド機の進化

当社では、NTTドコモ向けのFOMA機において、“D901i”以降の90系はスライド機を継続して開発し進化に取り組んでいる。

スライド機では、液晶画面が常時筐体上面にあることから大画面の液晶を搭載することがその特長になると考え、D901iSで2.4インチであった液晶サイズを、他社機に先駆けてD902iから2.8インチワイドまで拡大させた。

この搭載液晶のインチサイズ拡大に合わせて、筐体の薄型化開発にも注力し、D902iでは筐体厚さ20mmを切る19mm台の構造を実現させた(図1)。

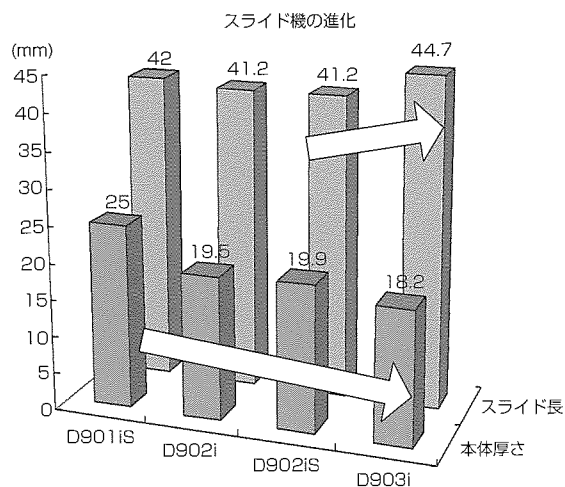


図1. スライド長及び本体厚さの推移

また、スライド機構自体も、D901iのアシストスライド機構に対しD901iSから独自のワンプッシュオープンスライド機構を開発搭載し、D902iSに向けてスライド機構自体の操作安定性も向上させてきた。これに加えて、D903iでは、テンキー部の操作性を向上させるため、スライド長をD902iSに比べて一気に3.5mmも大きくする構造進化を実現させた(図1)。

さらに、操作系自体の進化として、D902iSからはスピードセクターという回転型の入力キーを搭載し、2.8インチワイド画面と連携させた新たなMMI(Man Machine Interface)を採用している。このスピードセクター機構についても、D903iでは改良を進め、薄型化と両立させている。

これらの搭載機能の進化を図りながら、携帯電話本体の厚さは、いままでの当社のスライド機で最薄であったD902iよりも、更に1.3mm薄い18.2mmをD903iでは実現させている(図1)。

3. スライド機を支える要素技術

3.1 強度解析技術

落下衝撃や圧迫荷重などに耐え得る強度設計を設計の初期段階で実施することが小型・薄型化を実現させる上で重要な判断材料となる⁽¹⁾。

D903iでは、薄型化を実現させるために、LCD(Liquid Crystal Display)モジュールの部品自体の強度解析(FEM(Finite Element Method)解析)も行い、形状、材料及び厚みに対して最適化設計を行っている。

図2、図3はその事例で、LCDモジュールについてFEM解析を用いて圧縮荷重やひねりを加えた場合の変形や応力分布を解析し、LCDの支持構造に工夫を加えている。

また、大画面液晶を支えるメインフレーム自体の強度設計では、有限要素法を用いて材料選定を行うとともに 樹

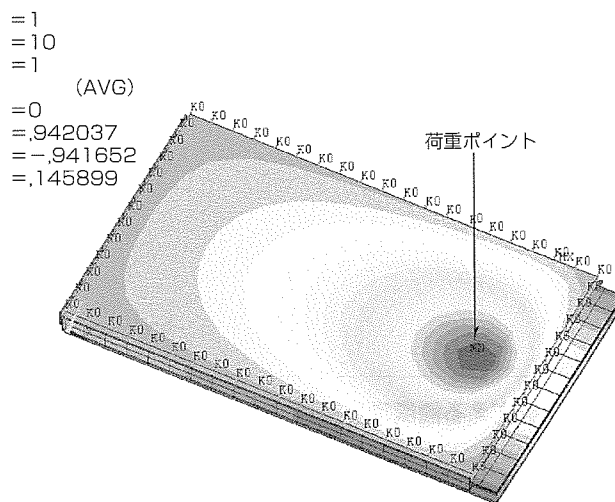


図2. 変形量解析事例(LCDモジュール)

脂成形の流動解析を用いて通常の外部衝撃が加わっても筐体の破壊が発生しないよう成形用金型のゲート位置の最適化を実施している(図4, 図5, 図6)。

3.2 ワンプッシュオープンスライド技術

D903iでは, ワンプッシュオープンスライドの構造, 操

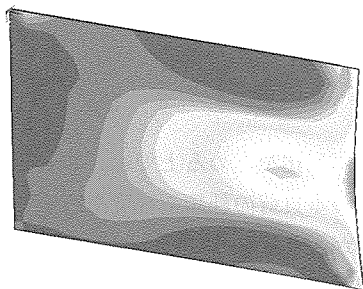


図3. 主応力分布事例(LCDモジュール)

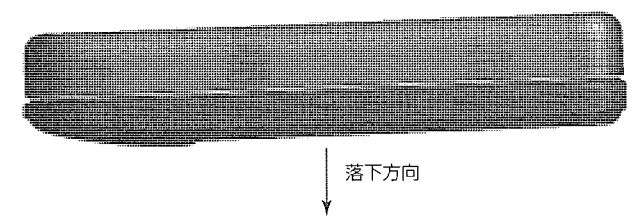


図4. 有限要素法による解析事例

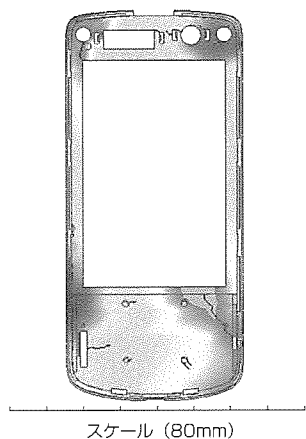


図5. 充填(じゅうてん)パターンとウエルド位置(事例)

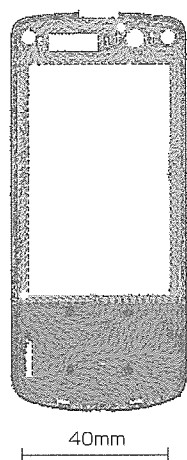


図6. 配向解析(事例)

作性, 配置位置の改善を行うことで, スライド量の拡大を追求してきた。

具体的には, 開閉を操作するロック機構を操作性を考慮の上で, 筐体中央部から上部へ移動させた。これにより, 実装部品及びモジュールの配置を中央部に集中させ, 内部部品やモジュール実装の効率化を図った(図7)。

以上を実施したことで, スライド量は前機種D902iSの41.2mmから3.5mm長くした44.7mmまで拡大できた(図1)。スライド量の拡大は, そのままキー操作エリアの拡大となり, ボタン自体のサイズ拡大による視認性向上やキー操作性向上の実現にもつながっている。

また, D903iでは, ワンプッシュオープンスライド構造に加えて, スライドモジュール自体の構造も進化させている。そのポイントは,

- (1) 薄型化
 - (2) スライド量の拡大
 - (3) 薄型化に対応する剛性力確保
- である(図8)。

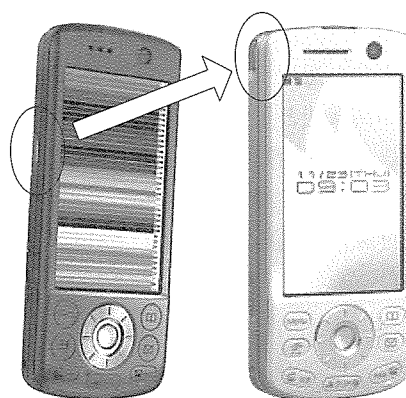


図7. ワンプッシュオープンボタンの配置見直し

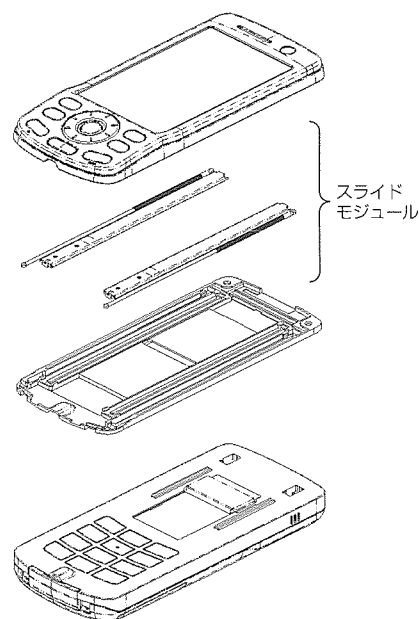


図8. スライド構造分解図

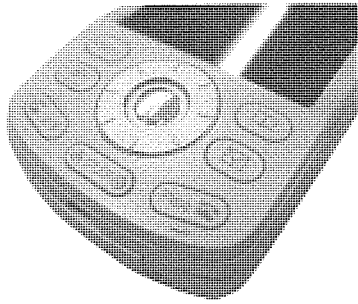


図9. 薄型化したスピードセレクター

特に上記(1)と(3)を実現させることで、スライド構造ではD902iと比較して約0.4mm薄型化でき、本体厚さ1.3mmの薄型化に寄与している。

具体的には スライドの推力を伝えるアクチュエータの小型・薄型化やスライドレール自体の断面剛性確保を行っている。

3.3 スピードセレクター機構技術

D903iでは、D902iSで初めて搭載したスピードセレクター入力キー機構を更に進化させている。

スピードセレクター入力キーは、LCD筐体側の選択キーを従来の4方向の選択キーから、回転と4方向の選択機能を合わせ持つ高機能とした入力キーである。

このキーは、LCD側筐体の薄型化に伴って入力キー実装構造自体の薄型化も必要となったが、キートップ自体の材質変更や強度確保を進め、併せて、意匠性の差別化も実現させた(図9)。

3.4 信頼性設計・評価技術

信頼性向上と品質の確保をするため、3,1節で述べた解析手法を駆使して簡易設計を進めることとした。

あらゆる環境状況下での使用(高温高湿、高温と低温を繰り返すヒートサイクル、外部衝撃、圧迫、曲げ、ひねり等)を考慮した設計や検証を実施し、信頼性を作り込んでいる。

4. む す び

大画面化や薄型化を進める上では、ユーザーの使用環境や使用時に加わる負荷の種類や程度を想定し、開発・設計を進めることが必要である。しかし、多種多様な場面で用いられる携帯電話は、使用環境や負荷のばらつきや変化も大きい。

このようなユーザーの使用条件の差異に対し、他社機との差別化を図りながら信頼性を確保するための開発・設計を進めていくことが、ユーザーに満足してもらえる携帯電話を開発していくことに必要である。

今後も、新機種での機能追加やより一層の薄型化、新構造や進化に先んじて開発に取り組み、魅力ある携帯電話機の進化につなげていく。

参 考 文 献

- (1) 斎藤浩二, ほか: 携帯電話の筐体・機構部品のプラスチック成形技術, 三菱電機技報, 78, No.11, 715~718 (2004)

“D903 i”の大画面LCD・大画面アプリケーション技術

中谷英彦* 難波隆広**
菅原直人*
木下真樹*

Wide Screen LCD Technologies and Applications for “D903 i”

Hidehiko Nakatani, Naoto Sugawara, Masaki Kinoshita, Takahiro Nanba

要 旨

携帯電話に搭載する表示装置には、近年の高機能化・多機能化に伴って、表示画面が大きく、見やすく、多くの情報が表示できることが求められている。同時に、先進性のあるデザインの実現のために、薄型化も要求されている。

このような背景から、最適強度設計により大画面化と薄型化を同時に実現し、“D903 i”では、携帯電話機では最大級の2.8インチ大画面ワイドQVGA(Quarter Video Graphics Array: 240×400ドット)のLCD(Liquid Crystal Display)を“D902 i”“D902iS”に引き続き搭載した。このLCDでは、広視野角、高コントラストの光学特性を最適化してユーザーが見やすい表示性能を実現すると同時に、

個人情報保護、プライバシー尊重の時代背景に対応した“オンリービュー”^(注1)機能を実現している。

また、表示するソフトウェアは大画面LCD、特に表示エリアが長くなった特徴を生かす画面レイアウトに変更して、“ワイド”LCDのメリットを訴求している。

本稿では、この2.8インチ大画面ワイドQVGA-LCDの特徴である薄型化の実現、応用アプリケーションとしてのオンリービュー機能、及びワイドのメリットを生かすため行った画面レイアウト変更の3つについて述べる。

(注1) オンリービューは、三菱電機㈱の商標である。



2.8インチ大画面ワイドQVGA(240×400ドット)

薄型ガラスを採用することで、従来のモジュール厚み2.7mmを2.3mmに薄型化した。ガラスパネルを上下から金枠で補強する構造を採用している。液晶パネルは低温ポリシリコンTFT(Thin Film Transistor)を採用し、かつ、広視野角、高コントラストである垂直配向方式を採用し高画質化を図っている。

1. ま え が き

最近の携帯電話には、表示画面が大きくて見やすく、かつ、情報量が多く表示できるLCDが求められており、大画面化、ワイド化の傾向がある。それと同時に、携帯電話そのものには薄型化のニーズがあり、双方がLCDとしての開発課題となっている。

D903iでは、D902i、D902iSに搭載した大画面ワイドLCDを薄型化して開発した。それと同時に、大画面LCDならではの課題もあり、本稿では、薄型化のポイントと大画面LCD固有のアプリケーション技術及びソフトウェア技術について述べる。

2. 薄型大画面LCD

D903iは、ワイド液晶で先進性のあるデザインを訴求するために、2.8インチ大画面LCDを採用した。画素数も同様に240×400ドットとしワイド化した。さらに、D903iでは、薄型化をガラスパネル厚の低減で実現した。

LCDモジュールの構成を図1に示す。ガラスパネル厚みは従来0.4mm×2(2枚張り合わせ)であったものを0.2mm×2とし、LCDモジュールの厚みを2.7mmから2.3mmへ薄型化した。ガラスを薄型化した場合、通常は低荷重で割れやすくなるが、D903iでは、上下金枠構造を工夫して強度を確保した。また、ガラスそのものは表面及び端面処理を工夫して強度を確保している。

3. 高画質化

液晶パネルは、低温ポリシリコンTFTを採用し、かつ、広視野角、高コントラストである垂直配向方式を採用し、これにより高画質化を実現した。

また、画面をより綺麗(きれい)に見せるために高輝度化が重要であるが、大画面化及びワイド化する場合、同一光源の条件下では輝度が低下する傾向にある。そこでD903i

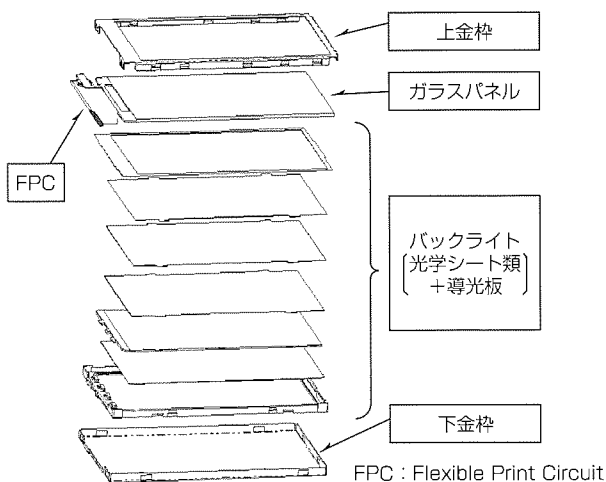


図1. D903iのLCDモジュール構成

では、バックライトに用いている導光板を工夫して、光の利用効率を改善し、高輝度化(当社比16%アップ)を実現した。また、大画面化及びワイド化する場合は、“輝度ムラ”と称する、輝度が画面内で不均一になり表示品位を劣化させる課題が生じるが、これも導光板を工夫して克服した。

4. アプリケーション技術

携帯電話の技術進化は目覚ましく、単なる小型軽量の電話機から、昨今では、メール、インターネットブラウザといった、パソコンでしかできなかった情報伝達手段に加え、カメラ撮影機能、音楽再生機能と幅広い技術分野を網羅した端末に進化している。このような多機能な携帯電話においては、その機能の豊富さから、ユーザーの使用環境は多岐にわたり、家庭内での利用から、電車、バスなどの周囲に第三者が多数いる場所での使用も想定される。このようなユーザーの使用環境では、プライバシー保護の観点から、携帯電話における情報漏洩(ろうえい)の問題は重要で、メール文章の内容を周囲にいる第三者がのぞき見するようなケースは、直接的かつ、心理的にユーザーへの不安を与える。D903iでは、このようなユーザーのプライバシー保護への要求にこたえるため、のぞき見を防止する“オンリービュー”機能を搭載した。

4.1 プライバシー保護方法の比較

携帯電話における従来のプライバシー保護方法と、D903i搭載のオンリービューの機能比較を表1に示す。この表から分かるように、市販ののぞき見防止フィルタでは、いったん携帯電話の液晶画面に張り付けてしまうと、のぞき見防止機能をON/OFFすることが不可能である。

また、他社の液晶シャッター方式は、電気的にのぞき見防止機能のON/OFFが可能で、正面視の視認性も良好であるが、液晶パネルを新規に一枚重ねる必要があることから、厚さの増大とコストアップの問題がある。これに対して、D903iでは、メール作業時のみではあるが、のぞき見防止機能を任意にON/OFFできるとともに、新たに液晶パネルを追加する必要もないことから、薄型化及びコス

表1. プライバシー保護方法の比較

	のぞき見防止フィルム(市販品)	他社液晶シャッター方式	D903i “オンリービュー”
構造	狭視野角用光学フィルムを液晶表面に張り付け	表示用液晶+シャッター用液晶	広視野角(垂直配向方式)
のぞき見防止切換え	×(不可)	◎(可)	○メール時のみ切り換え可能
正面視認性	×(輝度低下)	◎	△(コントラスト低下)
パネル厚さ	◎	×(液晶パネル追加)	◎
コストアップ	×	×	◎(ソフトウェアで対応可)

トに影響を与えることなくプライバシー保護機能を実現した。

4.2 オンリービューの原理

オンリービューの仕組みは、視野角による液晶パネルのコントラスト特性の変化を利用したものである。通常の液晶パネルでは、正面から見た場合のコントラストが一番高く、左右からのぞき込んだ場合はコントラストが低下する。この特性と表示させる画像(オンリービュー機能ではメール画面)の文字色を液晶パネルの表示特性に合わせて最適化することにより、正面からは文字が認識できるが、左右方向からのぞき込まれた場合はメールの文字が読めない効果が得られることから、簡易的に視野角が狭くなる。

4.3 オンリービューの効果

図2に、実際のオンリービューにおけるON/OFF時の効果(左右方向から見た場合)を示す。オンリービューOFF時は左右からもメールの文字が問題なく見えるが、オンリービューON時はメール詳細や作成画面などではメールの文字が見えなくなる。

5. ソフトウェア技術

QVGA(240×320ドット)サイズからワイドQVGA(240×400ドット)サイズへの変更はD902iで実施した。開発初期段階で200~300Kstepの開発が必要であると予測されたが、画面サイズ変更作業を4つのパターンに分けて作業工数を見積もることで開発工数が少ないと判断し、開発に着手し描画拡張機能を実現した。

5.1 変更内容分類

以下の4つのパターンに分けて見積もりを行った。

(1) 変更レベル0

共通部の設定値を変更することにより、液晶部のサイズ変更が可能となるもので、例えば、音の設定画面など

(2) 変更レベル1

各アプリケーションの設定値を変更することにより液晶部サイズの変更が可能となるもので、例えば、カメラのサ

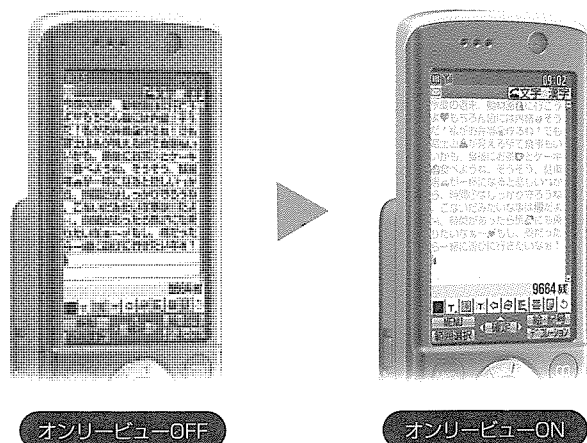


図2. オンリービューの効果(左から見た場合)

ムネイル表示画面など

(3) 変更レベル2

画面は存在しているが表示内容が大きく異なり、各アプリケーションごとにロジックを変更する必要があるもので、例えば、シンプルメニューや動画再生画面など

(4) 変更レベル3

画面がなく新たに作成する必要があるもので、例えば、Flashメニューやメールフィルタ機能など

5.2 変更例

以下に変更レベル0の変更例を示す。“音の設定画面”ではレイアウト表示が320ドット付近で切れている(図3)。これを改善するためには、プラットフォームで提供している画面サイズの設定値を変更することで対応可能である。画面の縦幅を320ドットとしているため、400ドットに変更する(図4)。

5.3 レベル別変更シーン数

それぞれのレベル別の変更シーンを以下に示す。

- 変更レベル0 : 3,995シーン
- 変更レベル1 : 287シーン
- 変更レベル2 : 89シーン
- 変更レベル3 : 39シーン

上記結果から、レベル0, 1の画面が多く、開発量が多いレベル2, 3が少ないため、開発量は50Kstepと想定

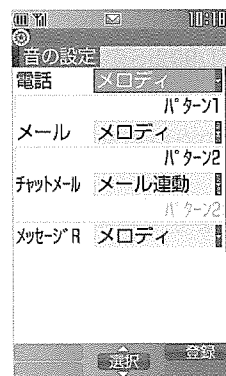
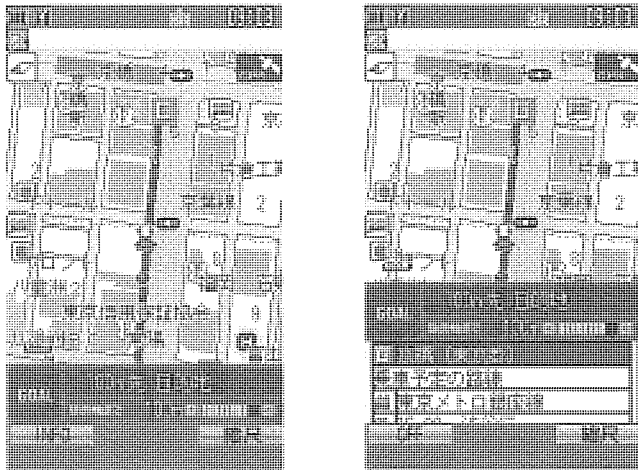


図3. 変更前



図4. 変更後



ワイドLCDにより地図を大きく見せるほか、地図と乗り換え案内などの情報を一度に見やすく表示することが可能

図 5. GPSアプリケーション

して開発に着手した。開発段階でもレベル 0, 1 の画面を増やすように検討すると同時に、レベル 2, 3 の開発でも既存のソフトウェア流用量を増やし、新規の開発量を圧縮することで、20Kstepで機能を実現させた。

5.4 D903i でのワイドLCD訴求

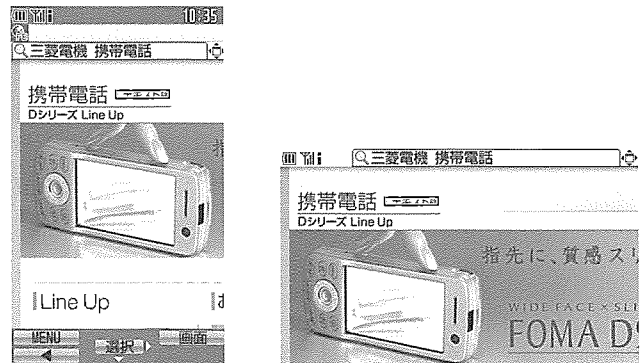
D903i では、ワイドLCDを更に訴求するため、機能検討を実施した。そこで、GPSアプリケーション(図 5)、フルブラウザ(横画面対応)(図 6)、ドキュメントビューア(図 7)を新規対応シーンとして位置付けた。GPSアプリケーションに関してはD902iSからワイド化の仕組みが実装されており変更レベル 0 で、それ以外のアプリケーションに関しては新規実装のため変更レベル 3 と位置付けることができる。

上記画面の追加により、ワイドLCDの更なる訴求に大きく寄与することができたと考える。

6. む す び

D903iに搭載したLCDに関して、薄型化のポイントと大画面LCD固有のアプリケーション技術であるオンリービュー及びソフトウェア技術について述べた。

携帯電話に搭載される表示装置には、今後も、大画面で、薄くて、見やすく、使いやすいたものが求められると考えて

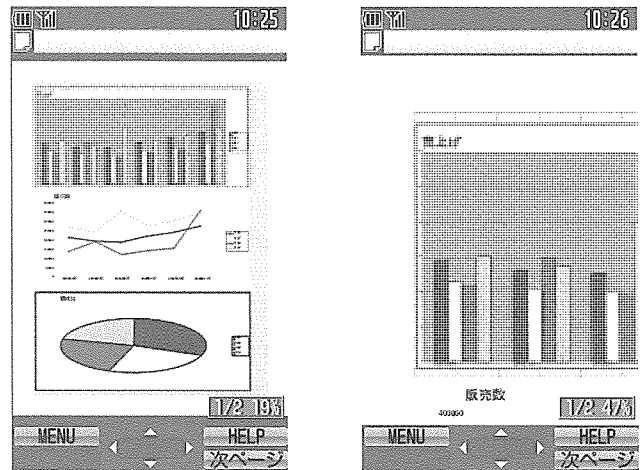


(a) 縦画面表示

(b) 横画面表示

表示領域が広いため、パソコン用に作られたサイトが見やすく表示できる(特に横画面)

図 6. フルブラウザ



(a) 全体表示

(b) 拡大表示

ExcelなどのOffice文書が閲覧可能。ワイドLCDを生かした全体表示のほか、拡大表示を行えば任意の箇所を細部まで確認することが可能

図 7. ドキュメントビューア

いる。また、地上波デジタル放送に対応した技術開発や情報量の観点からはVGA液晶の開発も進んでおり、これら新技術に対応した高画質化、アプリケーション技術の開発に取り組む予定である。

参 考 文 献

- (1) 清水浩一, ほか: 携帯電話を支える要素技術, 三菱電機技報, 79, No.2, 123~126 (2005)

“D903i”のカメラ・画像処理技術

幡野喜子* 的場成浩***
 大塚 功* 水島達彦†
 久野徹也**

Camera and Image Processing Technologies for Mobile Phone “D903 i”

Yoshiko Hatano, Isao Otsuka, Tetsuya Kuno, Narihiro Matoba, Tatsuhiko Mizushima

要 旨

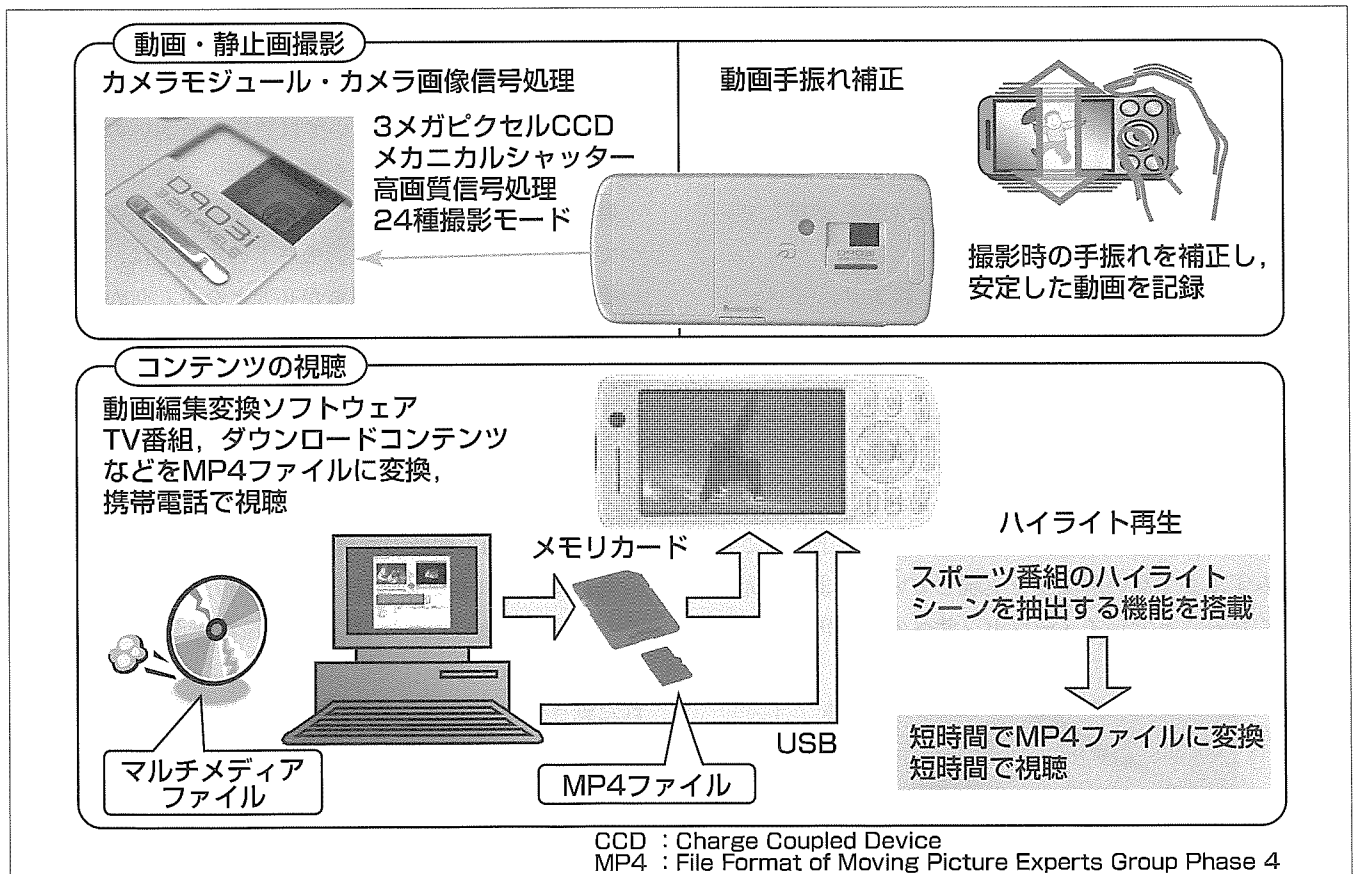
携帯電話の画像機能は年々向上し、高品質化・高機能化の要求もAV機器と比肩できるほどに高まりつつある。一方、AV機器と比べた場合、携帯電話は小型・省電力の要求も高く、両者を両立するための技術開発が必要となる。

携帯電話の画像機能は、撮影と視聴に大別できる。今回、“D903i”では、撮影・視聴の双方で画像機能の向上を行い、映像を楽しむ携帯電話としての確立を図っている。例えば、撮影では、動画手振れ補正機能を搭載することで、片手撮影など不安定な姿勢でも安定した動画記録を可能にしている。また、視聴では、パソコン用の動画編集変換ソフトウェア“Motion Smoothy 3”を同梱(こん)することで、TV番組やダウンロードコンテンツなどを容易に携帯電話の画像

フォーマットに変換できる環境を提供している。さらに、このMotion Smoothy 3では、スポーツ番組のハイライトシーンを抽出する機能を搭載し、携帯電話でハイライトシーンのみを短時間で視聴できるコンセプトとなっている。

本稿では、映像を楽しむ携帯電話として、D903iに搭載した以下のカメラ・画像処理技術について述べる。

- (1) 撮影に対しては、①小型化しつつも撮像画像の高画質を実現するカメラ、②新たな機構を必要としない動画手振れ補正の2つの技術である。
- (2) 視聴に対しては、Motion Smoothy 3に搭載したハイライト再生技術である。



映像を楽しむ携帯電話

携帯電話における撮影・視聴機能を高品質化・高機能化する技術として、小型化しつつも高画質を保つためのカメラモジュール・カメラ画像信号処理、撮影時の手振れを補正する動画手振れ補正、TV番組などのコンテンツを変換し携帯電話で視聴可能にする動画編集変換ソフトウェアMotion Smoothy 3を開発した。さらに、Motion Smoothy 3には、短時間でスポーツ番組を視聴できるハイライト再生技術を搭載した。

1. ま え が き

携帯電話の画像機能は年々向上し、高品質化・高機能化の要求もAV機器と比肩できるほどに高まりつつある⁽¹⁾⁽²⁾。一方、AV機器と比べた場合、携帯電話は小型・省電力の要求も高く、両者を両立させるための技術開発が必要となる。

本稿では、D903iに搭載した携帯電話で映像を楽しむための技術として、①小型化しつつも撮像画像の高画質を実現するカメラ、②新たな機構を必要としない動画手振れ補正について述べる。また、TV番組やダウンロードコンテンツなどを容易に携帯電話の画像フォーマットに変換できる動画編集変換ソフトウェアMotion Smoothy 3について紹介し、さらに、スポーツ番組のハイライトシーンを抽出することで、携帯電話での短時間視聴を可能にするハイライト再生技術について述べる。

2. 高画質を実現するCCDカメラ

2.1 高精細カメラモジュール

D903iのメインカメラには、“D902iS”に引き続き、高感度・高画質を実現できるCCDイメージセンサを搭載している。CCDイメージセンサはCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)イメージセンサに比べ高感度を実現することができるが、高輝度の被写体に対しては帯状のノイズとして見えるスミアが発生する問題があった。D903iでは、メカニカルシャッターを搭載することで、スミアを完全に除去した高感度CCDカメラを実現している。

さらにCCDの画素を微細化することにより、イメージセンサの光学サイズは従来の1/2.7型から1/4型へと小型化している。これにより、メカニカルシャッターを搭載しているのにもかかわらず、モジュール全体の高さを約10%低減することを実現できた(図1)。

光学系は3枚非球面レンズを採用しており、モジュールの高さが低くなるのに合わせ、非球面の曲率を上げることで、すみずみまで高い解像度を実現している。また、光学長が短くなることで、イメージセンサへの入射角度も大き

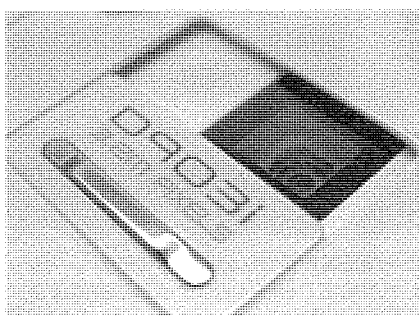


図1. D903iのカメラモジュール

くなり、ダイクロイックタイプの赤外カットフィルタによる分光透過率波長依存性も高くなる。今回、赤外カットフィルタのダイクロイックフィルタと吸収によるハイブリッドタイプを用いることで、波長依存性を極力低減している。

2.2 高画質カメラ信号処理

D903iでも従来からの絵作りの方向性に基づいた画質設計を行っている。具体的には、滑らかな階調を再現する階調特性、空、肌色、草木などの記憶色を重視した色再現性、また、光学系の解像度を重視し、エンハンスを極力抑えることで実現できる自然な画質を再現している。

高画質化は、撮像制御や信号処理によって実現される。しかし、D903iのメインカメラでは、これらの制御や処理は、従来機種とは制御方式や信号処理方式が異なるプラットフォーム上で実現している。そこで、異なるプラットフォームでも従来機種の機能や画質特性等を踏襲させる点に配慮した制御や調整を行った。

AWB(Automatic White Balance)処理に関しては、モジュール個別特性のばらつきを加味して、蛍光灯、白熱灯など様々な照明条件に対応する複数の処理モードを用意することにより、色バランス精度の高い安定した画像の撮影を可能にしている。また、AE(Automatic Exposure)処理、AWB処理の収束速度に関しては、処理の安定性と高速性のバランスを考慮した調整を行っている。AE処理については被写体条件の変化への追従を重視し、高速性を優先した調整を、AWB処理については急激な色あいの変動を抑えるため、安定性を優先した調整を行っている。

特に、D900シリーズにおけるメインカメラの特長の一つである24種類の多彩な撮影モードの実現では、きめ細かい撮像制御や信号処理の調整が必要となる。しかし、プラットフォームが異なると処理機能や処理性能が異なるため、撮影モードによっては従来と異なる制御方法や調整を行っている。特性や挙動の合わせ込みを行っている。

3. 動画画像手振れ補正技術

3.1 手振れ補正機能の実現方法

動画画像手振れ補正技術は、その実現方法によって、大きく“機械式手振れ補正”と“電子式手振れ補正”の2つに分けられる。機械式手振れ補正では、例えば、カメラに設置された動きセンサで手振れを感知し、手振れの動きに合わせて撮像素子を移動させることにより、被写体を常に画面中央に安定して出力するものである(図2)。高精度な補正が可能なることから、デジタルスチルカメラの静止画補正機能などがこの方法によって実現されている。しかしながら、①撮像素子を移動させるため、装置が大きくなり、消費電力も大きくなる、②手振れを検出するためのセンサが必要などのデメリットがある。

携帯電話では装置の小型化・低消費電力化などが必須と

なるため、機械式手振れ補正の搭載は困難である。そこで、D903iの動画手振れ補正では、携帯電話に適した電子式手振れ補正技術を採用した。

3.2 電子式動画画像手振れ補正

図3に、電子式動画画像手振れ補正技術の概要を示す。入力画像データは、手振れ検出回路に入力され、連続する2フレームの画像データから、画像処理によって手振れを検出する。例えば、各フレームにおいて入力画像内の被写体の位置を検出し、被写体の動きを追跡することにより、手振れを検出する。

一方、フレームメモリでは、入力された画像の一部を切り出す“画像切り出し枠”を設定する。図3では、入力画像に示された点線の領域が、この画像切り出し枠である。画像切り出し位置制御回路では、手振れ検出回路で検出された手振れ情報を用いて、画像内の被写体の動きに追従するように画像切り出し枠を移動する。最終的に、画像切り出し枠によって切り出された部分のみを、手振れ補正画像として出力する。

これらの処理によって、機構系を全く使わず、画像処理のみによって手振れによる画像の動きが補正された安定した画像を得ることができる。

3.3 D903iにおける動画画像手振れ補正

図4に、D903iにおける動画画像手振れ補正の処理内容を

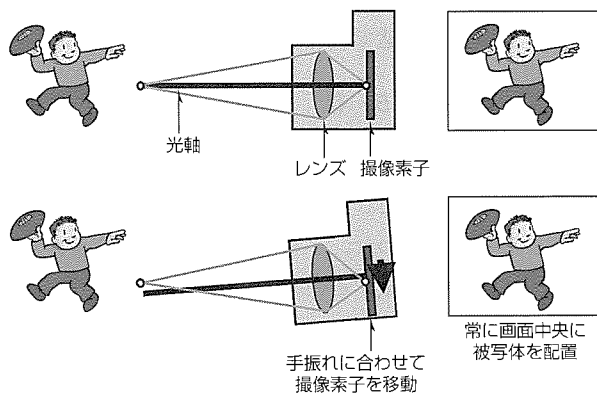


図2. 機械式手振れ補正

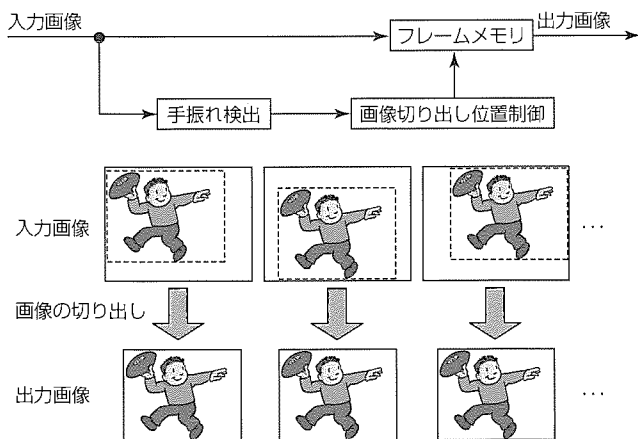


図3. 電子式手振れ補正

示す。まずは、動きベクトル検出エンジンによって、入力画像における被写体の動きベクトルが検出される。ここでは、エリアごとに被写体の動きベクトルを検出するので、小さな被写体が多数存在するような画像では、異なる動きベクトルが多数検出されることになる。検出された多数の動きベクトルはノイズ対策フィルタに入力され、“カメラのノイズ”や“急激な輝度変化”などによって発生した“誤った動きベクトル”を除去する。次に、特異点除去フィルタによって、手振れとは関係のない被写体の動きによる動きベクトルを除去する。これらの処理により、多数の動きベクトルの情報から手振れによる動きのみが検出される。最後に、手振れによる動きの情報からフレームメモリの画像切り出し位置の制御を行い、手振れが補正された安定した画像を得る。これらの処理によって、D903iでは、カメラノイズが多く発生する暗い環境での撮影でも、また、小さな被写体が別方向に動いているような状況での撮影でも、精度の高い安定した動画手振れ補正が可能である。

4. 動画編集変換ソフトウェア“Motion Smoothy 3”

4.1 Motion Smoothy 3

D903iには、動画編集変換ソフトウェア“Motion Smoothy 3”(モーションスムージー3)を同梱する。このソフトウェアはWindows^(注1)上で動作する動画オーサリングツールで、パソコンなどで一般的に利用されるフォーマット(AVI(Audio Video Interleaved format), “Quick Time”形式, WMV(Windows Media Video), MPEG(Moving Picture Experts Group)1/2)のマルチメディアファイルを、D903iで再生可能なフォーマットであるMP4ファイルに変換する機能を持っている。変換したMP4ファイルをUSB接続ケーブルやSD(Secure Digital)カードメモリを介してD903iに移動・コピーすることで、2.8インチワイド液晶画面でマルチメディアファイルの視聴を楽しむことができる(図5)。

Motion Smoothy 3には、スポーツ番組の自動要約機能である“ハイライト再生”機能を搭載した。ハイライト再

(注1) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

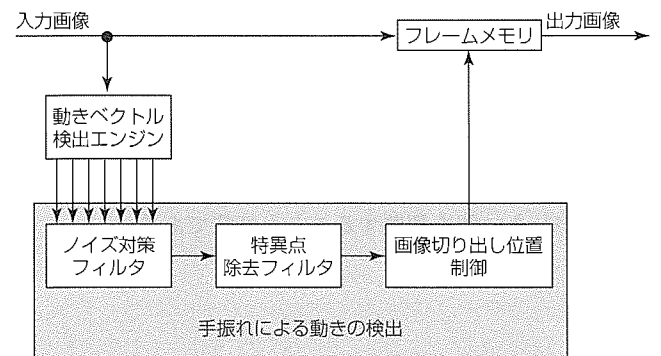


図4. D903iの動画手振れ補正

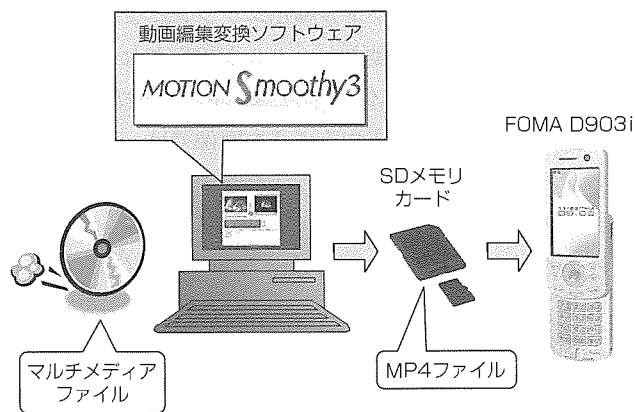


図5. Motion Smoothy3の概要

生機能は三菱電機製HDD/DVDレコーダ“楽レコ”シリーズに搭載の技術で、スポーツ番組の盛り上がり度合いを解析してハイライトシーンを特定することができる。この技術をMotion Smoothy 3に搭載することにより、マルチメディアファイルを解析してハイライトシーンのみを切り出してMP4ファイルに変換を行う自動編集機能を提供する。

4.2 ハイライト再生技術

野球のホームランやサッカーのゴール前の混戦など、スポーツ番組で盛り上がるシーンでは、観衆が大歓声を送りアナウンサーが絶叫するなど音声に顕著な特徴が現れる。その特徴的な音声を検出してハイライトシーンを特定する技術がハイライト再生である⁽³⁾。スポーツ番組の決定機で人々が叫ぶ行為はスポーツのジャンルや放送局、言語の違いを問わずほぼ共通で、幅広く活用できるメリットがある。

ハイライトシーンを特定する特徴量には、時間領域の音声信号を周波数領域に直交変換する際の50%重複のMDCT(Modified Discrete Cosine Transform:変形離散コサイン変換)係数を用いる。観衆の大声援やアナウンサーが絶叫する音声、又は平常時の会話や音楽など、複数の音声クラスを設定して、音声クラスごとのMDCT係数の傾向をGMM法(Gaussian Mixture Model:混合ガウス分布)によってモデル化する。入力信号と各音声クラスGMMとの尤度(ゆうど)比較によって音声クラスの識別を行い、その結果からアナウンサーの絶叫や大歓声の音声クラスが大音量で連続する区間で高い数値となる“重要度レベル”を算出する。重要度レベルが所定のしきい値(スライズレベル)を越える区間をハイライトシーンとして、ハイライトシーンを連続して再生することで、自動要約を実現する。自動要約による再生時間が所望の長さとなるよう、視聴者がしきい値を調整することも可能である。

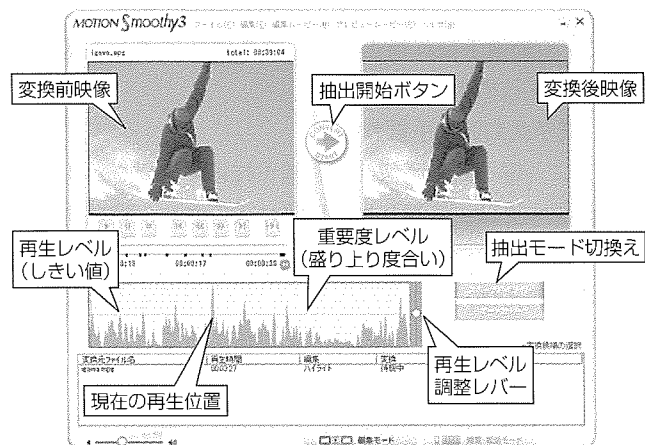


図6. ハイライト抽出アプリケーション

4.3 ハイライト抽出アプリケーション

図6に、Motion Smoothy 3の画面イメージを示す。変換処理を行うマルチメディアファイルを指定して、抽出モードをスポーツハイライトに選択すると、音声信号の解析を開始して重要度レベルをグラフ表示する。視聴者は再生レベル調整バーによってしきい値を変更させ、所望のシーンが変換前映像ウィンドウで確認できたところで抽出開始ボタンを押下してMP4ファイルへ変換を行う。

2時間の野球中継を5分に要約したり、サッカーの得点シーンや競馬のゴール、相撲の取り組みなどのハイライトシーンを集めたダイジェスト集を短時間でMP4ファイルに変換して、携帯電話で視聴することが可能となる。

5. む す び

本稿では、携帯電話D903iに搭載したカメラ・画像処理技術について述べた。携帯電話の画像機能への要求は今後も高まるものと思われ、小型・省電力などの制約の中で高機能画像処理を搭載するための技術が重要になってくる。より使いやすく映像を楽しむ携帯電話を実現するために、カメラ・画像処理の技術開発を推進していきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 杉山和宏, ほか: 携帯電話の画像処理技術, 三菱電機技報, 79, No.2, 139~143 (2005)
- (2) 道盛厚司, ほか: 携帯電話のモバイルカメラ技術, 三菱電機技報, 79, No.2, 144~147 (2005)
- (3) Otsuka, I., et al.: A Highlight Scene Detection and Video Summarization System using Audio Feature for a Personal Video Recorder, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 51, No.1, 112~116 (2005)

端末小型化に向けた 小型高性能アンテナ技術

牧野 滋* 深沢 徹**
大塚昌孝*
伊東健治**

Antenna Technologies for Reducing Portable Telephone Size

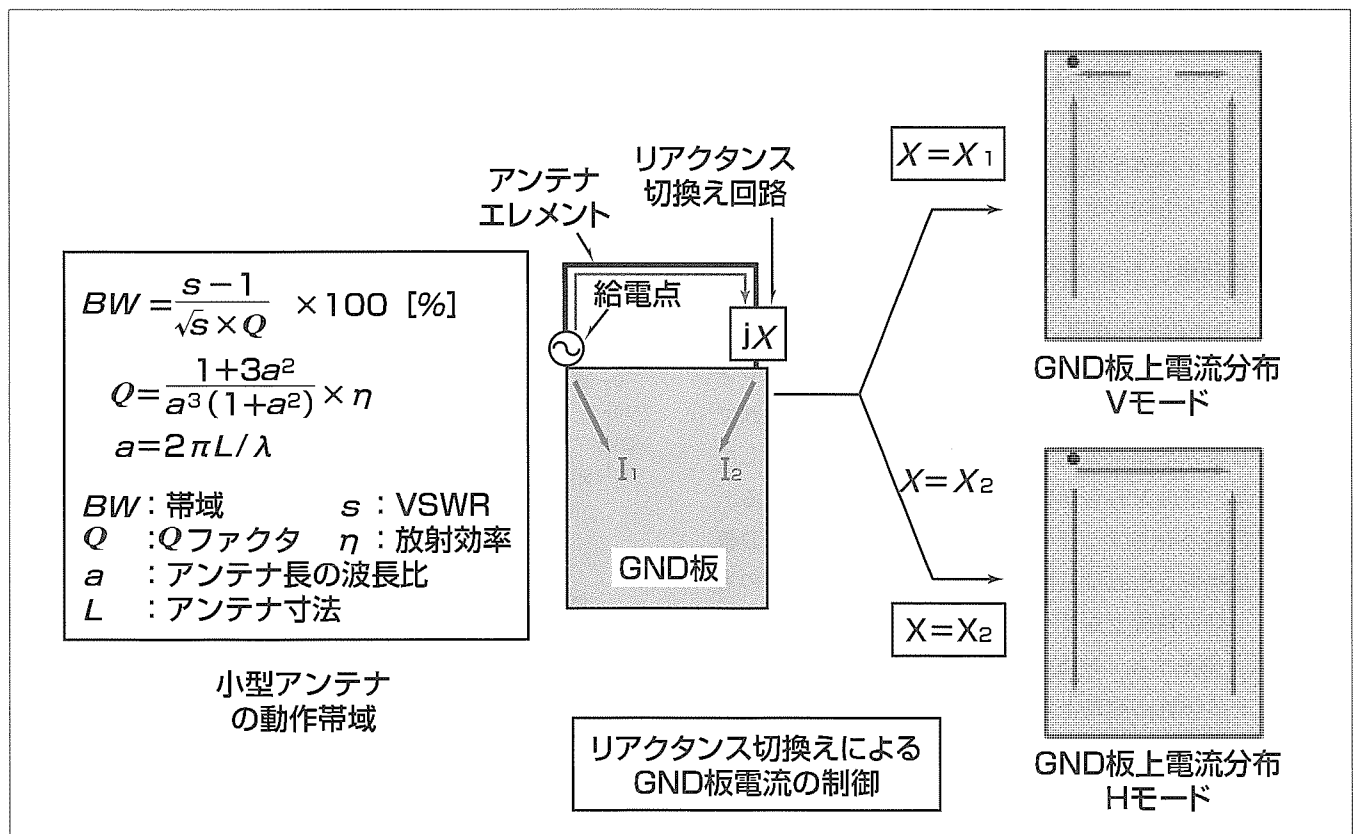
Shigeru Makino, Masataka Otsuka, Kenji Ito, Toru Fukasawa

要 旨

近年、携帯電話アンテナの小型化は著しく、筐体(きょうたい)内に内蔵されているのが当たり前になっている。十数年前の製品では長さ130mmの引出し型ホイップアンテナが使われたが、最近の内蔵型アンテナは十数mm、体積2~3cc程度である。しかし、小型化されても性能はさほど変わっていない。一方、アンテナの動作帯域と放射効率(こうしあこうりつ)はアンテナの大きさと密接(みせつ)に関係する。例えば、 $\lambda/2\pi$ (λ :波長)より小さい小型アンテナの動作帯域は下図の式で表現される⁽¹⁾。800MHz帯で十分な放射効率、反射特性(れんしゃていせいしつ) (例えばVSWR(Voltage Standing Wave Ratio) < 2)を得るには、下図の式では上記内蔵アンテナの動作帯域が1~2%となり、携帯電話で必要な帯域(例えば6%以上)に届かない。実は携帯電話では“アンテナ”と呼ばれる部品以

外の金属、例えば基板のGND板をアンテナの一部として利用し筐体全体でアンテナの性能を確保している。さらに、このGND板上の電流を制御してダイバーシティ効果を得る技術も開発されている(要旨の図)。しかし、この筐体利用の手法はアンテナと筐体内の他部品との電磁結合干渉を強める、アンテナ評価のためにつないだケーブルに電流が流れて特性が変化し、正確な評価が困難になる等の問題を生じる。ここではこれらの課題に対処して端末小型化を実現するための技術、

- 筐体を利用したダイバーシティアンテナ構成技術
 - アンテナと筐体内回路の結合解析技術
 - 小型端末の高精度アンテナ測定技術
- について述べる。



GND板電流を制御してダイバーシティ効果を実現する携帯電話アンテナ技術

小型アンテナでは、アンテナの大きさ(おほきさ)と動作帯域(どうさうたいきよ), 反射特性(れんしゃていせいしつ)が密接(みせつ)に関係する(上式)。携帯電話では筐体内基板のGND板をアンテナの一部として利用することで性能を確保している。上図はこれを更に発展させたもので、リアクタンス回路を切り換えることでGND板電流を変化させて異なる複数の放射パターンを得ている。ダイバーシティ効果を得ながら、アンテナエレメントは1個で済むという端末小型化技術である。

1. ま え が き

携帯電話では“アンテナ”と呼ばれる部品(以下“アンテナエレメント”という。)以外の金属,例えば基板のGND板をアンテナの一部として利用し筐体全体でアンテナの性能を確保している(要旨の図)。携帯電話でダイバーシティ効果を実現しようとする場合,アンテナエレメントを複数配置してこれを切り換えることで複数の放射パターンを得るのが一般的である。しかし,上記GND板に流れる電流を可変負荷などでうまく制御すると,複数の放射パターンを構成でき,アンテナエレメントは1個でありながらダイバーシティ効果を得ることができる。

次章では,この筐体を利用したダイバーシティアンテナ構成技術について述べる。また,筐体に放射電流を流すとアンテナと筐体内の他部品との不要な電磁結合が強くなるため,設計時には,そのレベルを把握して,シールドを考える必要がある。

3章では,アンテナと他部品の結合を解析する技術について述べる。筐体に放射電流が流れるような小型端末では,アンテナ評価のためにケーブルをつなぐと,そのケーブル外皮にも不要な放射電流が励起され,端末本来の放射特性を正確に評価できなくなる。

4章では,この問題に対処する小型端末の高精度アンテナ測定技術について述べる。なお引出し型ホイップアンテナを使用している端末でも筐体に放射電流が流れており,やはり上記の課題が存在している。本稿で述べる技術は,内蔵型アンテナの携帯電話に限らず,小型無線端末全体に広く応用できるものである。

2. 筐体を利用したダイバーシティアンテナ構成技術⁽²⁾

2.1 アンテナの動作原理

要旨の図にアンテナの動作原理を示す。アンテナエレメントは筐体内に組まれた基板のGND板上端に設置されている。折り畳み型携帯電話のように筐体が2つに分離している場合は,そのどちらかに組み込まれた基板と考える。筐体内に内蔵されるアンテナエレメントの一端とGND板との間には給電点が設けられる。アンテナエレメントのもう一端は,可変負荷であるリアクタンス切換え回路を介してGND板と接続する。給電点からGND板に流れる電流を I_1 ,リアクタンス切換え回路からGND板に流れる電流を I_2 とする。リアクタンス切換え回路のリアクタンス値 X を調整して I_1, I_2 をおおむね同位相にすると,要旨の図の $X=X_1$ のように,基板の長手方向の電流成分が強め合い,短手方向は相殺し合う電流分布になる(ここではVモードと呼ぶ)。また, I_1, I_2 がおおむね逆位相になるようにリアクタンス値 X を調整すると,要旨の図の $X=X_2$ のように,基板の長手方向の電流成分は相殺し,短手方向は強め合う電流分布

になる(Hモードと呼ぶ)。GND板上の電流分布が大きく変わるため,両モードでは放射パターンが大きく変化することになる。

2.2 試作評価結果

図1に,評価を行ったアンテナの試作モデルを示す。折り畳み型携帯電話を想定し,筐体開時,閉時の双方を評価する。アンテナエレメントは下側のGND板のみと接続しているが,上側と下側のGND板はフレキシブル導体で接続している。

図2にこのモデルの筐体開時,図3に筐体閉時における放射パターンの測定値と計算値を示す。図中(a)はリアクタンス値 $X=X_1$ のVモード時,(b)は $X=X_2$ のHモード時の放射パターンである。図2,図3から,筐体開時,閉時ともに,リアクタンス値を切り換えることで異なる放射パターンを得ることが分かる。Vモード放射パターンとHモード

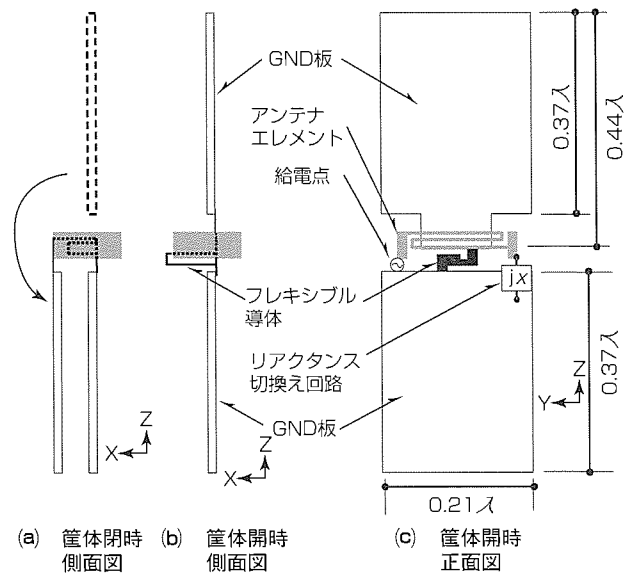


図1. 携帯電話アンテナ試作モデル

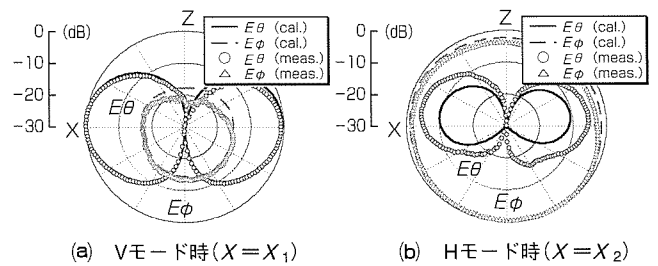


図2. 筐体開時の放射パターン

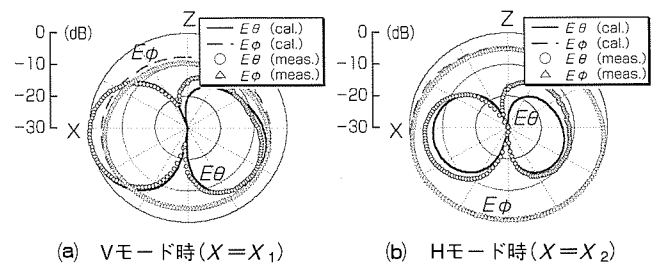


図3. 筐体閉時の放射パターン

放射パターンの類似性を示す相関係数(0~1の値をとる。数値が高いほど類似し、1で全く同じ放射パターンを意味する)は、筐体開時、閉時でそれぞれ0.2, 0.5と良好な低い値を得ている。このように類似性の低い異なる放射パターンを切り換えて使用することで、電波の伝搬環境の変化に対応するダイバーシティ効果を得ることができる。この技術はアンテナエレメント1個だけでダイバーシティ効果を得られるので、アンテナの小型化に有効な技術である。

3. アンテナと筐体内回路の結合解析技術⁽³⁾

3.1 解析手法

端末の小型化に伴い搭載される部品やアンテナは高集積化され、それら部品間の電磁結合干渉が問題になる。この結合は、ほぼ部品に接続する回路とアンテナの間で発生するため、“アンテナ-回路”間の結合を解析することが必要である。図4に、この解析のモデル例を示す。約 $0.1\lambda \times 0.3\lambda$ のGND板の一端に線状のアンテナが接続している。GND板の上(z方向)は小さな間隙(かんげき)部を挟んでシールドケースで覆われており、シールドケースとGND板は複数箇所短絡している。これは、シールドケースと基板のGND板がスルーホールで短絡していることを模擬している。結合する回路はGND板から hs の高さに設置され、両端を 50Ω で終端した長さ ls のマイクロストリップ線路(MSL)である。このMSLの位置を筐体内で任意に動かしてアンテナと回路の結合を評価する。筐体内の電界分布はFDTD(Finite Difference Time Domain)法で計算し、この電界を用いて起電力法でMSLへの結合電力を計算する。FDTD法のみで結合電力を計算することも可能だが、この場合、MSLを移動させるごとに計算をやり直すので時間がかかる。この手法は近似計算であるが、計算時間を短縮する現実的な手法であり、後述の結果から分かるように得られる値も測定値と対応する。

3.2 解析例

図5に、MSLをy方向に順次移動したときの結合量計算値を示す。図中、 N は筐体長手方向(y方向)の間隙部の分割数であり、分割点でシールドケースとGND板が短絡(スルーホール相当)している。ただし、 $N=0$ では、接続

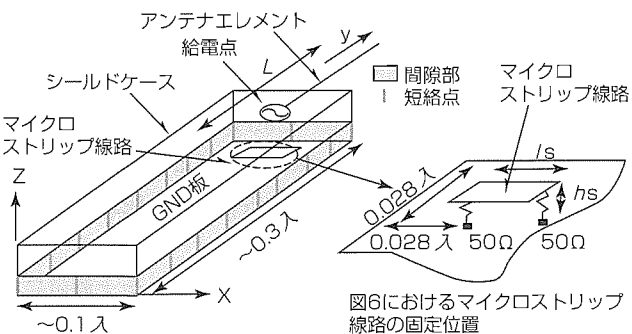


図4. 結合解析モデル

だけでなくシールドケースも存在していない。また、 $N=8$ ではx方向でも2分割している。図6には、図4で示した位置にMSLを固定して分割数 N を変化させた場合の結合量計算値と測定値を示す。また、 $N=8$ におけるFDTD法による電界強度分布の計算値を図7に示す。図5、図6から、分割数 N が増えるほど結合量が減少することが分かる。シールドケースとGND板の間隙部が短絡点によって細かく分割されることにより、シールドケース内への漏れ込みが少なくなることを示している。図6では計算と測定も良く対応している。図5、図7では給電点付近と給電点から最も離れた位置で結合量が増加し、また、電界も強くなって

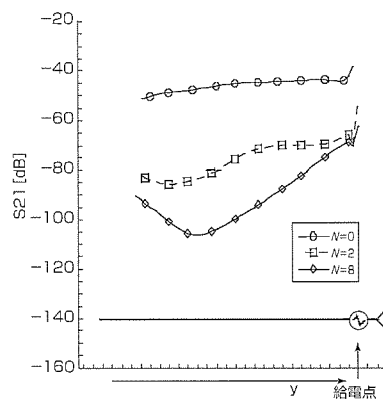


図5. MSLの位置と結合量の関係

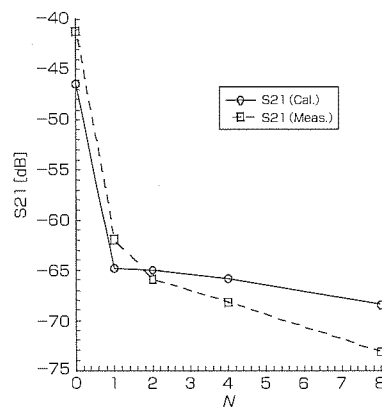


図6. 分割数Nと結合量の関係

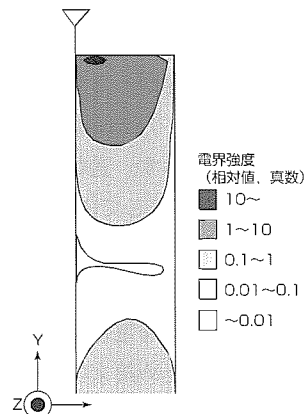


図7. シールドケース内の電界強度分布($N=8$)

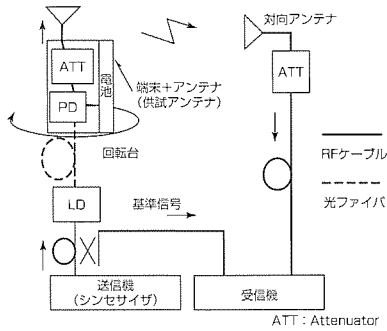


図8. 光ファイバを用いた小型アンテナ測定系

いる。これは次の理由による。シールドケースやGND板に流れる電流は、主として長手方向(y方向)に流れるが、GND板の上端と下端にはそれを遮るような間隙部があり、これがスロットとして励振されシールドケース内への漏れ電界を構成する。一方、GND板のy軸に平行な側面にある間隙部は電流を遮る形状ではないため励振が弱く、この側面からの漏れ電界は微弱である。このケースの結果では、GND板の上端部と下端部付近のスルーホール数に特に留意すべきであることが分かる。ここでは簡易なモデルを示したが、この手法は、より複雑なシールドやスルーホール構成、内蔵アンテナに対しても適用できる。この解析により、アンテナと部品の結合量を予測し、必要なシールドやスルーホールを設計できるので、端末小型化による電磁結合増加にも有効に対処可能である。

4. 小型端末の高精度アンテナ測定技術⁽⁴⁾

4.1 測定系の構成

一般には、供試アンテナから送信した信号を対向アンテナで受信することで、供試アンテナの放射パターンを評価する。しかし、携帯電話のように筐体に放射電流が流れるような小型端末では、アンテナと送信機をRF(Radio Frequency)ケーブルでつなぐと、そのケーブル外皮にも不要な放射電流が励起され、端末本来の放射特性を正確に評価できなくなる。このような場合、供試アンテナ側に小型のVCO(Voltage Controlled Oscillator)を組み込むのが普通であるが、複数の周波数を同時に測定することができない。また、VCOから基準信号が引き出せないため、位相パターン測定も不可などの問題がある。この問題を解決するため、RFケーブルを光ファイバに置き換える技術を開発した。図8に測定系構成を示す。送信機(シンセサイザ)にレーザダイオード(LD)を接続してRF信号を光信号に変換する。光信号は光ファイバで端末に伝送され、端末に組み込まれたフォトダイオード(PD)でRF信号に再変換され、端末のアンテナを給電する。誘電体である光ファイバには不要な放射電流が流れないため端末アンテナ本来の放射パターンが測定できる。また、シンセサイザで周波数を変更しながら放射パターンを測定するので、複数周波数のデータ

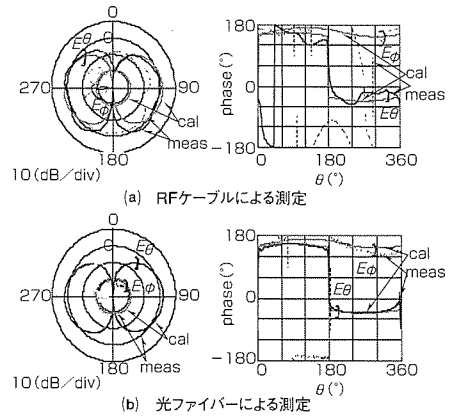


図9. RFケーブルと光ファイバによる測定の比較

を一度に取得して評価時間が短縮できる。さらに、シンセサイザから基準信号を受信機に送れるので位相パターンも測定可能である。

4.2 測定例

試作した小型端末アンテナの放射パターンの計算値及びRFケーブルとこの技術で測定した結果を図9に示す。図の(a)から、RFケーブルを用いた測定では、ケーブル影響により、振幅、位相パターンとも計算値と大きく異なることが分かる。一方、図の(b)から、光ファイバを用いた測定では振幅、位相パターンとも計算値と良く対応し、端末アンテナ本来の特性が正確に測定できることが分かる。この技術はスマートエントリー、センサノードなど携帯電話以外の小型端末アンテナの測定にも大きな効果を発揮している。

5. むすび

携帯電話小型化を実現するためのアンテナ技術として、筐体を利用したダイバーシティアンテナ構成技術、アンテナと筐体内回路の結合解析技術、小型端末の高精度アンテナ測定技術について述べた。これらの技術は、携帯電話に限らず、波長に比べて小さい小型無線端末の開発に有効である。

参考文献

- (1) 藤本京平：小形アンテナに関する研究動向，電子情報通信学会誌，70，830～838（1987）
- (2) 西岡泰弘，ほか：携帯無線端末に適した放射特性可変アンテナ構成法とその特性，電子情報通信学会技術研究報告，A.P2005-114（2005）
- (3) Fukasawa, T., et al.: Calculation of Coupling between a Monopole Antenna and a Strip Line in a Shield Case for a Portable Telephone, IEICE Trans., E83-B, No.3, 505～510（2000）
- (4) 深沢 徹，ほか：小形無線端末用のアンテナ測定に技術に於ける高精度測定法，電子情報通信学会論文誌B，86-B, No.9, 1895～1905（2003）

W-CDMA用小型切換式電力増幅モジュール

A Switchable Power Amplifier Module for W-CDMA

Akira Ohta, Takao Moriwaki, Masanori Tsuji

要 旨

近年、携帯電話の高機能化は著しく、音楽再生、ワンセグ放送受信、電子マネー機能等が一般的となり、この影響で主要部品の1つである電力増幅モジュールに対しても高機能化が求められている。

W-CDMA(Wideband Code Division Multiple Access)では携帯端末の出力電力は常に最大ではなく、最大出力電力よりも20~40dB低いところ(低・中出力電力)の使用頻度が高く、この範囲での高効率化が重要である。従来はこの範囲で効率を向上するためにDC-DCコンバータを用いていたが、部品実装面積の低減要求に対してDC-DCコンバータを用いずに効率を改善することが求められている。

また、従来外付け部品として必要であった基準電圧発生回路の増幅モジュールへの内蔵に対する要求も強い。

三菱電機では、これらの要求に対し、最大電力出力時に高効率となる増幅器と低・中電力出力時に高効率となる増幅器を切り換えて用いることによって低・中出力電力時の効率を改善し、さらに基準電圧発生回路を内蔵した1.9GHz帯電力増幅モジュール“BA01254”を開発した。最大出力電力は501mW(27dBm)、PAE(Power Added Efficiency)は40/24/7%@Pout=27/16/8dBm、モジュールサイズは4mm×4mm×1.2mmであり、外付けのDC-DCコンバータ、基準電圧発生回路が不要である。

	2004年		2006年
サイズ (mm)	4×4×1.4	⇒	4×4×1.2
Pout=16dBmの効率 (%)	12	⇒	24
基準電圧発生回路	外付け部品が必要	⇒	基準電圧発生回路を内蔵 外付け部品不要
製品外形図			
	BA01232シリーズ		BA01254

W-CDMA用電力増幅モジュールの仕様比較

当社で開発したW-CDMA用増幅モジュールの仕様を記載した。今回開発したBA01254は、切換方式を採用することによってPout=16dBmの効率が従来と比較して大幅に改善した。また、基準電圧発生回路を内蔵することによって外付け部品の削減が可能である。

1. ま え が き

近年、携帯電話の高機能化は著しく、高機能化が先行している国の1つである日本では、カメラ、音楽再生、ワンセグ放送受信、電子マネー等数多くの機能が搭載された携帯電話が販売されている。その一方で、携帯電話の大きさ、重さは、携帯性を確保するために大きな変化は見られない。今後もこの高機能化を維持していくには、その構成部品の高機能化、高機能化、小型化が不可欠である。

主要な構成部品の1つである電力増幅モジュールは1mW程度の高周波入力信号をアンテナから送信可能な500mW程度の電力に増幅する機能を持つが、この部品の高効率化がバッテリーの小型化、軽量化に有効であるため高効率動作の実現が強く求められている。

W-CDMAでは、電力増幅モジュールの出力電力は常に最大ではなく、基地局までの距離、セル内で利用する端末の数等によってセル内の容量を最適化するように制御されている。このため、実際の携帯電話の動作では最大出力電力で使用されることはまれで、それよりも20~40dB低いところの使用頻度が高くなっており、この出力電力範囲で高効率動作を行うことが消費電力、電池容量の低減に有効である。従来はこの出力電力範囲における効率を向上するためにDC-DCコンバータを使用して電源電圧を低減していたが、携帯電話の高機能化・低価格化によってDC-DCコンバータ等の部品点数削減に対する要求が高く、電力増幅モジュールがこの出力電力範囲で高効率動作するような高機能化が強く求められている。

また、電力増幅モジュールに対する他の高機能化要求としては基準電圧発生回路の内蔵が挙げられる。従来の電力増幅モジュールでは約2.9Vの基準電圧の供給が必要であり、これを発生させる回路を携帯電話に搭載する必要があった。基準電圧発生回路の増幅モジュールへの内蔵によって部品実装面積及び部品価格の低減が可能となる。

当社では、これらの要求にこたえるため、最大電力出力時に高効率、低ひずみとなる2段増幅器と低・中電力出力時に高効率、低ひずみとなる2段増幅器の2種類の増幅器を内蔵し、これらを出力電力に応じて切り換えることによって低・中出力時の効率、ひずみを改善する切換式を採用し、さらに、基準電圧発生回路を内蔵した1.9GHz帯の切換式電力増幅モジュールを開発した。

本稿では、この切換式増幅モジュールの設計手法及び概要について述べる。

2. 切換回路設計

図1に、従来の電力増幅モジュールの回路構成を示す。従来の増幅モジュールは2段の増幅器と入力/段間/出力整合回路、バイアス回路で構成されている。

この増幅モジュールでは、最大出力時にひずみが最も大きくなるためこのときに規格(ACLR<-38dBc)を満足し、かつ高効率となるように初/終段HBTの入出力負荷、バイアス点等の設計を行う必要がある。最大出力電力時に最適化された負荷、バイアス点を持つ従来増幅器における低・中出力電力時の動作は負荷、バイアス点ともに最適化されていないため高効率動作を実現することは困難である。このように1種類の増幅器で最大/中/低出力電力で高効率を実現することは困難であり、各電力で高効率動作を実現するためには、それぞれの電力で負荷、バイアス点を最適化する必要がある。

図2に、今回開発した切換式電力増幅モジュールの回路構成を示す。このモジュールは、最大出力電力時に高効率、低ひずみとなる2段増幅器(Main path)と低・中電力出力時に高効率、低ひずみとなる2段増幅器(Sub path)の2種類の増幅器を内蔵し、それらをSiICで生成した制御信号でON/OFFして切り換える構成とした。これによって、各出力電力に対して各pathの整合、バイアスポイントを高効率動作に対して独立に最適化することができるため、最大出力電力と、中出力電力の高効率、低ひずみを実現することが可能となった。また、この構成では、両パス共に2段アンプ構成であるため、パス切換時の利得変化を小さくすることができる。さらに、サブパス回路のアイドル電

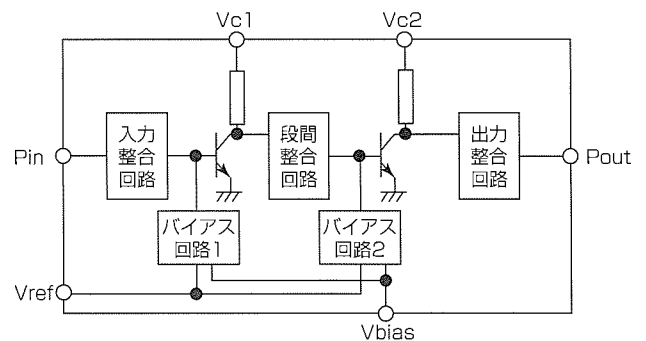


図1. 従来電力増幅モジュールの回路構成

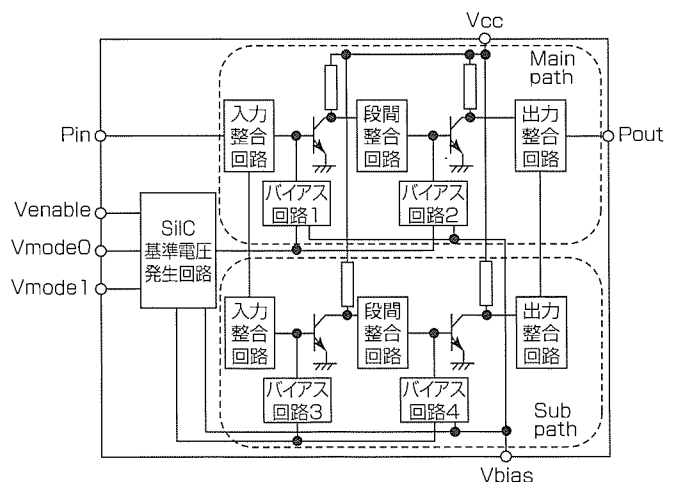


図2. 切換式電力増幅モジュールの回路構成

流をVmode1端子の切換えによって低減することで、低出力電力において更なる効率改善が可能となる。

3. Vref発生回路内蔵

従来の増幅モジュールでは、動作のON/OFFを行うためにアナログ信号である基準電圧(2.9V程度)が必要であり、この電圧を発生するためには携帯電話基板上に基準電圧発生回路を実装する必要があった。しかし、前述したように、携帯電話の高機能化、小型化、低価格化によってこの基準電圧発生回路の削減に対する要求が高い。今回基準電圧発生回路をSiICで作製し、これを、図3に示すように、モジュール基板に実装することによってSiICを内蔵した。このSiICは、基準電圧を発生させるだけでなく、Main/Sub pathの切換え、アイドル電流の切換えを行う機能も内蔵するよう設計を行った。各制御端子信号と使用するパス、アイドル電流、使用可能なPout範囲を表1に示す。

4. 電力増幅モジュールの構造

開発した電力増幅モジュールの断面構造図を図3に示す。モジュール基板は絶縁膜3層/金属4層の樹脂基板である。整合回路は、表層に形成された金めっきを施した銅箔(はく)の高周波伝送線路(マイクロストリップ線路)と、鉛(Pb)フリーはんだで実装されている0.6mm×0.3mm×0.3mmサイズ(0603型)のチップコンデンサ及びチップインダクタで構成した。今回採用したInGaP/GaAs HBT(りん化インジウムガリウム/砒(び)化ガリウムHetero Bipolar Transistor)⁽¹⁾は、単一電源動作が可能で負電源発生回路が不要、高電流密度で動作における信頼性が高く温度変化に対する直流電流増幅率の変化が小さいという特長を持っている。小型化を実現するために、各段のベース電流を制御するためのバイアス回路と、従来、チップ部品で構成されていた初段HBTの入力整合回路の一部と、初段HBTの出力側と終段HBTの入力側の整合回路(段間整合回路)の一部を半導体チップ上に集積した。このチップと基準電圧発生回路を搭載したSiICは、導電性樹脂でダイボンドした後、DCバイアス回路、高周波入出力パッドに金線でワイヤボンディングされている。また、発熱量の大きい終段HBT下部には、放熱性を高めるために複数のサーマルビアを形成し、ここで発生する熱をセット基板に放散して能動素子の温度が高くなならないように設計されている。基板は、モジュールの低背化のために樹脂によって封止されており、モジュール実装面積の削減に貢献するため、裏面のみパッケージ電極を配置するLGA(Land Grid Array)構造を採用した。モジュールの外形サイズは、4mm×4mm×1.2mmと切換機能及び基準電圧発生回路を内蔵したにもかかわらず、従来品⁽²⁾(4mm×4mm×1.4mm)と同等サイズを実現した。

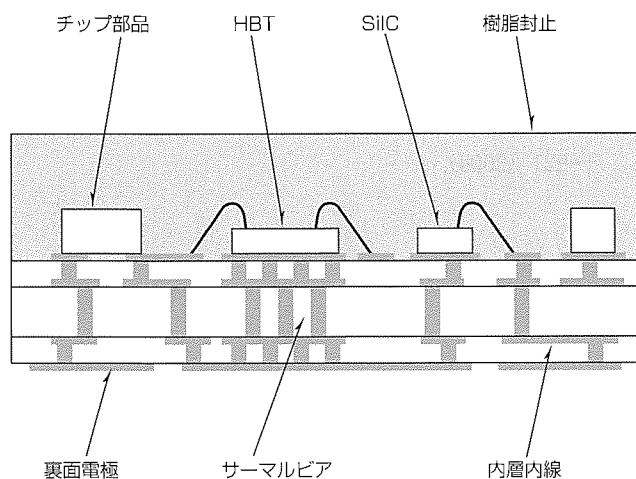


図3. 電力増幅モジュールの断面構造図

表1. 制御端子信号と動作モードの関係

Venable	Vmode0	Vmode1	Mode	Path	アイドル電流 (dBA)	Pout範囲 (dBm)
L	H/L	H/L	Shutdown	-	<10uA	-
H	L	L	High	Main	大	<27
H	H	L	Mid	Sub	中	<16
H	H	H	Low	Sub	小	<8

lar Transistor)⁽¹⁾は、単一電源動作が可能で負電源発生回路が不要、高電流密度で動作における信頼性が高く温度変化に対する直流電流増幅率の変化が小さいという特長を持っている。小型化を実現するために、各段のベース電流を制御するためのバイアス回路と、従来、チップ部品で構成されていた初段HBTの入力整合回路の一部と、初段HBTの出力側と終段HBTの入力側の整合回路(段間整合回路)の一部を半導体チップ上に集積した。このチップと基準電圧発生回路を搭載したSiICは、導電性樹脂でダイボンドした後、DCバイアス回路、高周波入出力パッドに金線でワイヤボンディングされている。また、発熱量の大きい終段HBT下部には、放熱性を高めるために複数のサーマルビアを形成し、ここで発生する熱をセット基板に放散して能動素子の温度が高くなならないように設計されている。基板は、モジュールの低背化のために樹脂によって封止されており、モジュール実装面積の削減に貢献するため、裏面のみパッケージ電極を配置するLGA(Land Grid Array)構造を採用した。モジュールの外形サイズは、4mm×4mm×1.2mmと切換機能及び基準電圧発生回路を内蔵したにもかかわらず、従来品⁽²⁾(4mm×4mm×1.4mm)と同等サイズを実現した。

5. 電力増幅モジュールの基本性能

1.9GHz帯W-CDMA方式の携帯電話用に開発した4mm×4mm×1.2mmの電力増幅モジュールBA01254をコレクタ電圧(Vcc)=バイアス電圧(Vbias)=3.4VにおいてHSDPA(High Speed Downlink Packet Access)信号で測定した代表的な入出力特性をそれぞれ図4、図5及び表2に示す。電力利得(Gp: Power Gain)は26.8/23.7/

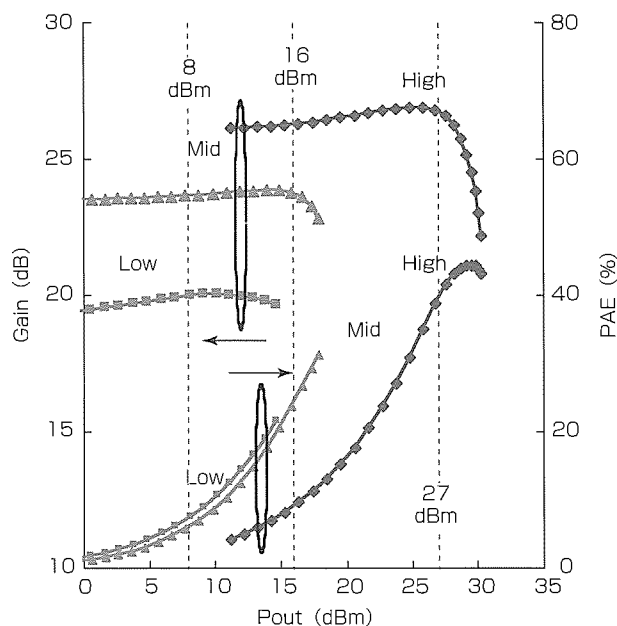


図4. BA01254の入出力特性(1)

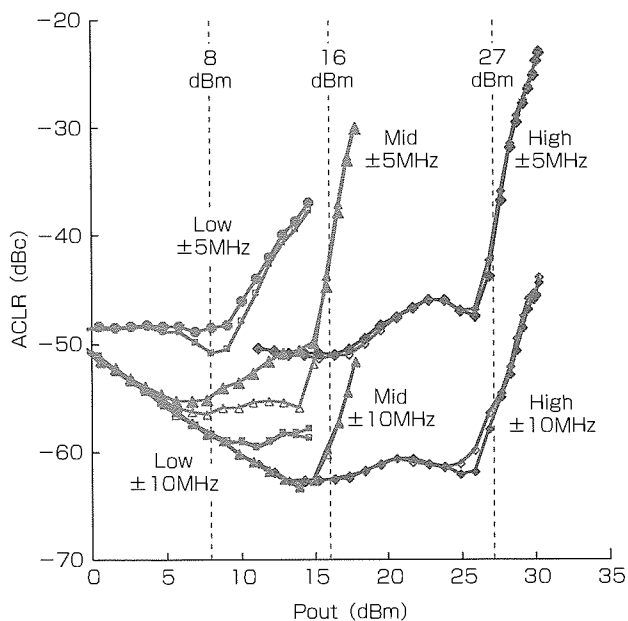


図5. BA01254の入出力特性(2)

20dB@27/16/8dBmであり、前述したとおり、Main/Sub path共に2段アンプであるためモード切替時の利得変化はHighからMid modeで2.5dB@16dBm, MidからLow modeで3.7dB@16dBmと小さい。PAEは40/24/7% @Pout=27/16/8dBm, ACLR(Adjacent Channel Leakage Ratio)(±5MHz)は各mode共に-41dBc以下を実現した。このように、Pout=16dBmの効率は当社の従来製品である4mm×4mm×1.4mmのW-CDMA用電力増幅モジュール“BA01232”と比較して12%から24%へと大幅に改善した。

6. むすび

低・中出力電力時の効率を改善し従来必要であったDC-DCコンバータの削減を可能とするとともに、従来外付け

表2. 電力増幅モジュールの基本特性

記号	項目	特性	単位
f	動作周波数	1.92~1.98	GHz
Vcc	コレクタ電圧	3.4	V
Vbias	バイアス電圧	3.4	V
Ict	総コレクタ電流	@27dBm	360 mA
		@16dBm	45 mA
		@8 dBm	22 mA
Gp	電力利得	26.5	dB
PAE	電力付加効率	@27dBm	40 %
		@16dBm	24 %
		@8 dBm	7 %
ACLR(±5MHz)	隣接チャネル漏洩	±5MHz	-41 dBc
ACLR(±10MHz)	(ろうえい)電力	±10MHz	-52 dBc
Iq	アイドル電流	12	mA

であった基準電圧発生回路の削減を可能とし、携帯電話端末の小型化に貢献するW-CDMA用小型切替式電力増幅モジュールを開発した。PAEは40/24/7%@Pout=27/16/8dBm, ACLR(±5MHz)は各mode共に-41dBc以下を実現した。Pout=16dBmの効率24%は業界最高である。4mm×4mm×1.2mmと切替機能及び基準電圧発生回路を内蔵したにもかかわらず、従来品⁽¹⁾(4mm×4mm×1.4mm)と同等サイズを実現した。

今後は、この技術を基に、他のバンドへの展開を行う。

参考文献

- (1) Shimura, T., et al.: A GSM/EDGE Dual-Mode, Triple-Band InGaP HBT MMIC Power Amplifier Module, IEICE Trans. Electron., **E88-C**, No.7, 1495~1501 (2005)
- (2) 関 博昭, ほか: W-CDMA方式携帯電話用HBT電力増幅器モジュール, 三菱電機技報, **78**, No.3, 218~221 (2004)

2画面携帯電話におけるUDの取り組み

Universal Design of Double Screen Mobile Phone

Kumiko Sawada, Takeshi Tomimori, Yutaka Ishihara

要 旨

携帯電話は今や3人に2人がユーザーと言われているほど普及してきたが、一方で、高齢者や障害者にとっては、利用したいと考えている人は多いものの、操作の複雑さやメニューの多さ、ボタンが小さいなどの理由から、携帯電話を使うことが難しいと感じている人が多いのも実状である。そこで、より多くの人が携帯電話を使えるように、携帯電話を初めて使用する高齢者にも分かりやすく使いやすい操作を実現するとともに、手指に障害のある人にとっても簡単な動作で操作できるように配慮した2画面ユニバーサルデザイン(UD)携帯電話の試作機開発に取り組んだ。

本報では、試作機のユニバーサルデザインとしての配慮点や、開発過程において繰り返し実施した、高齢者を対象としたユーザービリティ評価の概要について述べる。特長

としては以下のような点が挙げられる。

(1) タッチパネル操作

キー部分に触感付きタッチパネル型液晶を配し、必要最小限のボタンで、直感的操作ができるよう配慮した。

(2) オートスキャンモード

小さなボタンが操作しにくかった上肢障害者に配慮し、携帯電話では、世界で初のオートスキャン機能を搭載した。

(3) ハードウェアデザイン

握りやすく開けやすく、手から滑り落ちにくいようにするための筐体(きょうたい)デザイン上の配慮、凸点やボタン形状の工夫、従来より大きなストラップ穴などの配慮を行った。



2画面UD携帯電話試作機

2つ折れタイプ携帯電話の下側が、フォースフィードバック機構付きのタッチパネルとなっている。基本的な操作は必要最低限の3つのボタンに限定し、様々なユーザーに合わせて、総表示などのモードに変更できる。携帯電話を閉じた状態ではLED (Light Emitting Diode) 表示により電話やメールが来たことを知らせる。手指に障害のあるユーザーのため、イヤホンジャックに接続した外部スイッチによるオートスキャンモードを搭載した。

1. ま え が き

携帯電話の加入件数は9,200万件を超え(2006年4月末現在/電気通信事業者調べ/PHSを除く)、今や3人に2人が携帯電話ユーザーと言われている。高齢者や障害者も、携帯電話は緊急時の連絡など、身近において有効な連絡手段として利用したいと考えている人は多いものの、操作の複雑さ・困難さやメニューの多さなどのため、携帯電話を利用することが難しいと感じている人が多いのも実状である。また、手指の障害などが原因で、操作ボタンが小さくて操作できないか、又は操作しにくい障害者も存在する。そこで、(株)NTTドコモと共同で、より多くの人が携帯電話を使用できるように、携帯電話を初めて使用する高齢者にも分かりやすく使いやすい操作を実現するとともに、手指に障害のある人にとっても簡単な動作で操作できるように配慮した2画面ユニバーサルデザイン(UD)携帯電話の試作機開発に取り組んだ。

本報では、試作機のユニバーサルデザインとしての配慮点や、開発過程において繰り返し実施した高齢者を対象としたユーザービリティ評価の概要について述べる。

2. 2画面UD携帯電話試作機の主な特長

2.1 タッチパネル操作

画面に表示されたメニューボタンを対応するハードキーで操作する“ソフトキー操作”や、メニューリストを十字キーと決定キーで操作する“フォーカス移動操作”は、GUI(Graphical User Interface)を基本とした情報機器ではもはや当たり前となっている操作だが、従来の家電製品のようなダイレクト操作しか経験のない高齢の携帯電話初心者は、すぐには理解できないことが多かった。そこで、2つ折れタイプ携帯電話のハードキー部分に表示一体型のタッチパネル型液晶を配し、基本的な操作では一度に表示されるボタン数を必要最小限の3つに限定することで、直感的にメニューの選択・操作ができるよう配慮した(図1)。かつ、文字高6.6mmと読みやすさにも配慮している。

また、表示が可変であるタッチパネルの特徴を生かし、初心者向けにはより丁寧なガイダンス表示、熟練者向けの

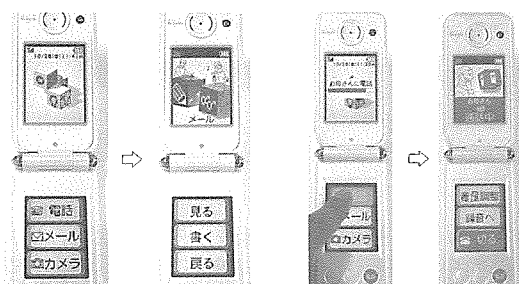


図1. 2画面ユニバーサルデザイン携帯電話試作機

長押しショートカット、軽度の知的障害者にも操作できるよう配慮した絵文字を中心としたイラストモードなど、ユーザーの特性や習熟度に合わせたインタフェースに切り換えることができる。

タッチパネル操作は軽動作が可能なため、手指の力が弱く、従来端末のハードキーが押せなかった(押しにくかった)人にも操作が可能である。また、通常タッチパネルは押したときの手応えがなくクリック感に欠けるが、この試作機は、フォースリアクタを搭載することで、タッチパネル上のボタンを押下すると、振動フィードバックを与え、操作が受け付けられたことが触感で分かるよう配慮した。

また、フォースリアクタはタッチパネルに張り付けて組み込まれており、ボタンを押下すると、タッチパネル全体を震わせる。この振動により、今まで手応えがなかったタッチパネルの操作感を出している。

タッチパネルには多種多様あるが、他の製品で実績があり、加工がしやすく、指でもペンでも入力ができることから、抵抗膜方式のものを採用することにした。また、タッチパネル制御にはH8マイコンを採用している。

2.2 オートスキャンモード

精緻(せいち)動作が苦手な従来の携帯電話の小さなボタンが操作しにくかった上肢障害者に配慮し、携帯電話では、世界で初めてオートスキャン機能を搭載した。タッチパネルディスプレイ上のフォーカスが一定周期で移動し、フォーカスが希望のボタンに当たったときにタッチパネルディスプレイのいずれかの部分をタッチ、又は外部スイッチを押下すると携帯電話が操作できる。外部スイッチは専用品ではなく、市販のプッシュスイッチ等を通常携帯電話が持つイヤホンジャックに接続するもので、フォーカス移動時間も調整できる(図2)。

また、オートスキャン機能は、タッチパネルを管理しているオブジェクト(マネージャー)のみで制御しており、選択操作の発生したタイミングでフォーカスを表示しているボタンのイベントを発生させている。このことにより、ボタン操作を実現しているアプリケーションは、フォーカス枠の順番を定義するだけの対応となった。

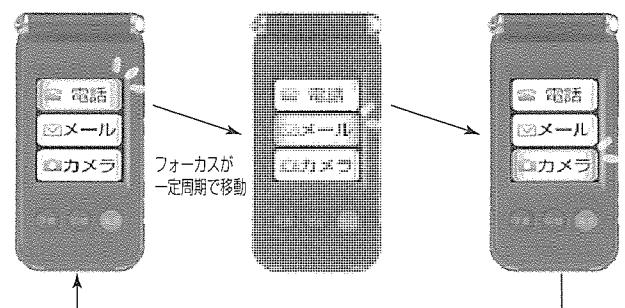


図2. オートスキャンモード

2.3 ハードウェアデザイン上の配慮点

この試作機は、2.2インチの液晶画面2枚を上下に搭載した2つ折れタイプで、筐体下側に表示一体型のタッチパネルを配している。前項の調査結果にもあったように、2つ折れタイプは上肢障害者にとっては開けるのが困難との理由から、ストレートタイプを求める声大きいのも事実である。その一方で、障害者も健常者と同じ形状の携帯電話を持ちたいという声も大きい。この試作機は“健常者と同じ”かつ“おしゃれな外観”であることを優先し、現在主流の2つ折れタイプとすることを前提に本体のデザインを行った。こういった“ふつうと同じ”であることは、ユニバーサルデザイン開発を進める上では非常に大切なことである。

その上で、携帯電話を手に持ったときに握りやすく開けやすく、握力が弱くても手から滑り落ちにくいようにするため、筐体の指が掛かる部分をシリコン素材でカバーし、片手での操作がしにくいユーザーのために、机上に置いてタッチパネルを操作しても安定するよう、底面を平らな形状とした。また、タッチパネルボタンに対応した凸点やボタン形状の工夫、さらに、首から下げた携帯電話が安定するように、従来より大きなストラップ穴を2か所取り付けた(図3)。

3. ユーザービリティ評価とガイドライン作成

三菱電機では、ユーザー視点でのより使いやすい製品作りを目的として、様々な製品開発の過程で、ターゲットユーザーを対象としたユーザービリティ評価を繰り返し実施し、問題点の抽出と改善を重ねている。ユニバーサルデザイン開発では特に重要な開発ステップであると言える。

3.1 ガイドラインの作成と改善

この試作機の開発では、2画面タッチパネルというインタフェースは従来の携帯電話にはなく、タッチパネルに表示するボタンの数や大きさ、2つの画面の関係性をどうすべきかが課題となった。まず、文献調査やこれまでに実施したユーザービリティ評価結果を参考にし、基本操作ルールをガイドラインとしてまとめた。次に、それをベースに作製したプロトタイプを用いてユーザーテストを実施し、その結果をガイドラインや試作機開発に反映させた。これら評価・検証のサイクルを繰り返し行い、操作性をブラッシュアップした(図4)。

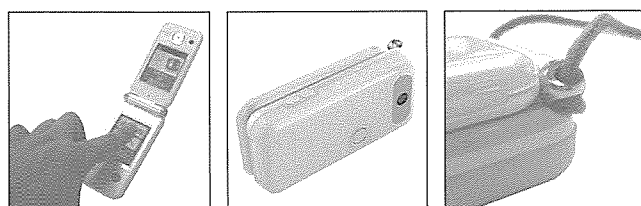


図3. ハードウェアデザインでの配慮

3.2 ユーザービリティ評価実験Ⅰ

ガイドライン第1版で規定したタッチパネルのボタン数と基本操作ルールの操作性を検証するため、パソコンシミュレーション(タッチパネル操作)を作成し、20代から60代の被験者5名を対象にユーザーテストを実施した(図4)。

その結果、ボタンが3つのみで画面ごとの操作選択肢が少ないので分かりやすいと評価された。一方で、表示を大きくするために記号を使用したのが分かりにくく、具体的な言葉や文章による説明が必要であること、注視点が下画面に向かうことが分かった。そこで、限られた表示スペースでの読みやすさ(大きな文字)と分かりやすさ(言葉によるナビゲーション)が両立できる2画面の関係性を検討するための評価実験を行うこととした。

3.3 ユーザービリティ評価実験Ⅱ

2画面の関係性検討のため、情報を2画面にわたって表示する“2画面注視型”とタッチパネル画面のみで操作が完結する“1画面完結型”のパソコンシミュレーション2案を作成し、振動フィードバック付きのタッチパネルを使用して、携帯電話使用経験の異なる高齢者10名を対象に評価実験を実施した(図5)。その結果、必要な操作だけが表示され、表示に従って操作すればよいので分かりやすいとタッチパネル操作の有効性が確認でき、学習効果も見られた。2案間で情報の気付きに顕著な差はなかったため、表示スペースを広く確保できる2画面注視型を採用し、上画面に操作方法や携帯電話特有の概念説明を表示することとした。

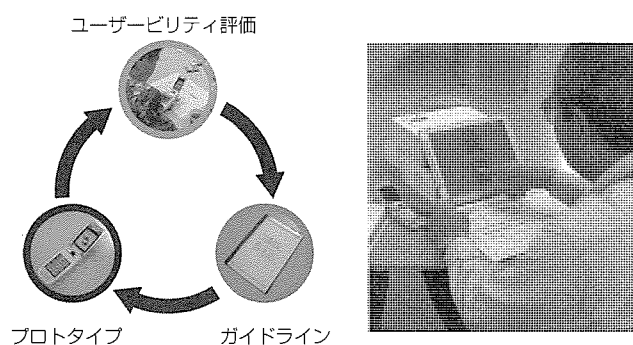


図4. 開発サイクル/ユーザーテスト風景

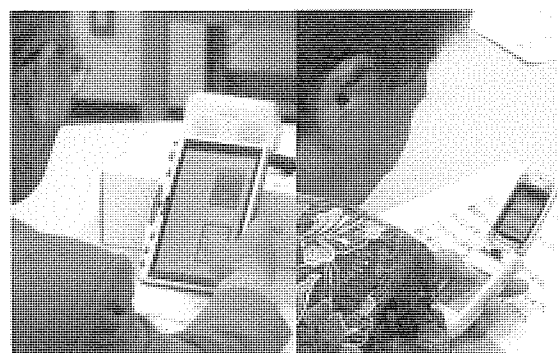


図5. 高齢者を対象としたユーザーテスト風景 (左: 評価Ⅱ/右: 評価Ⅲ)

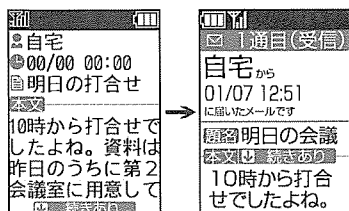


図6. 画面の改善例

また、階層が深く迷いやすいことが分かり、操作フローを見直してタッチ数を減らし、操作工程を示すパン屑(くず)リスト表示やショートカット機能を追加し改善を図った。

3.4 ユーザビリティ評価実験Ⅲ

上記2回の評価実験結果を反映させた携帯電話サイズのワーキングモデルを使用し、市販のボタン式の携帯電話との比較評価を実施した(図5)。被験者は携帯電話使用経験の異なる高齢者8名であった。その結果、ソフトキー操作やフォーカス移動操作がなく、表示部と操作部が同一であるこの試作機は初心者にとってのハードルが低いことが確認できた。

通常の携帯電話は機能に沿って分類した階層構造のメニューが基本だが、GUIに不慣れた高齢者は階層構造が頭の中で描けないため、操作の途中で階層を戻って別ルートを選択するのが苦手であることも確認でき、なるべく手順ベースで一方向に突き進めばよい操作フローにすること、一方でタッチ数がまだ多いこと、パン屑リストに気付きにくいことなどが分かり、更なる改善を図った。

また、メール受信画面の発信者/時刻や題名をアイコンで表示していたものを言葉による表現に変更する、などの改善も行った(図6)。

3.5 障害者対応機能の評価

上肢障害対応機能については、横浜市総合リハビリテーションセンターに協力いただき、リハビリテーション工学技師にヒアリング調査を行い、オートスキャンモードに対応する外付けスイッチや、端末を車いすや机に固定する方法等について検討を行った。その結果、ユーザー主導による操作が可能な2スイッチのステップスキャンモードの導入、画面を注視しづらい重度障害者のための音声読み上げ



図7. ヨコハマ・ヒューマンテクノランドでの調査

機能、2画面角度の段階的調節機構などが有効であることが分かった。また、福祉機器の展示会などにこの試作機を展示し、福祉関係者や実際の障害者ユーザーを対象としたヒアリング調査を実施し、有効性の確認と課題の抽出ができた(図7)。これらは、今後の開発に生かす予定である。

4. むすび

本稿では、2画面タッチパネル操作という新しいインタフェースを持つ携帯電話試作機開発の取り組みについて述べた。携帯電話メール機能により聴覚障害者が新たなコミュニケーション手段を得たように、新たなユーザーメリットを生む可能性がある。例えば、重度肢体不自由者が自力でのダイヤルが可能となり、通話相手を人に知られずプライバシーを守ることができる。

操作部が様々なユーザーレベルに合わせてカスタマイズできるメリットを生かし、障害者や高齢者のみならず、習熟度に応じたインタフェース展開も考えていきたい。

なお、(株)NTTドコモ、横浜市総合リハビリテーションセンター、(株)ユーディット、(社)鎌倉市シルバー人材センターの方々に協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 三菱電機(株)デザイン研究所編：こんなデザインが使いやすいを生む－商品開発のためのユーザビリティ評価－，工業調査会（2001）
- (2) 城戸恵美子，ほか：2画面ユニバーサルデザイン携帯電話試作機開発の取り組み，ATAC2005，145～146（2005）

ワンセグ・映像受信技術

木野茂徳* 高橋真哉*
 中山裕之** 田中功一*
 浅井光太郎*

Signal Receiving and Transport Stream Reproduction of Digital Broadcasting on Mobile Phones

Shigenori Kino, Hiroyuki Nakayama, Kotaro Asai, Shinya Takahashi, Koichi Tanaka

要 旨

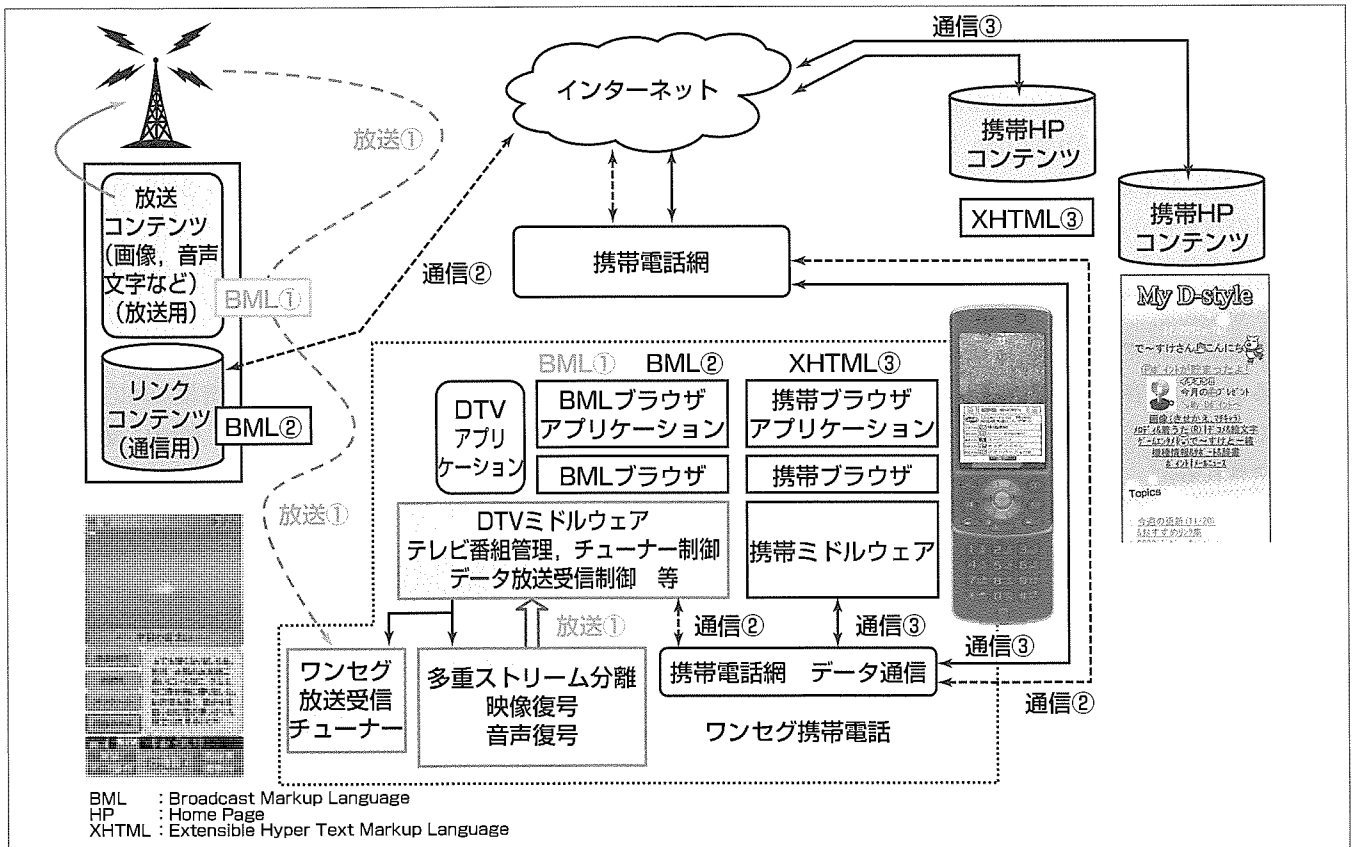
携帯電話は、基本となる移動通話機能に加え、まず携帯メール・携帯Webアクセスといった“モバイル環境での通信”機能が充実し、続いて、カメラ・小額決済などの携帯端末機能の追加を経て、社会生活に深く浸透してきた。

一方、放送分野では、2000年にBSデジタル放送が、2003年には地上デジタル放送が開始され、デジタル化が進行中である。近年“モバイル環境での放送受信”の要求が高まり、国内では2004年10月にモバイル衛星放送が、2006年4月にはワンセグ放送が開始されている。

ワンセグ放送の仕様は、“通信機能を持つ端末上でのデジタルテレビ(DTV)放送受信”が想定されており、“放送と通信の融合”を具現化した仕様となっている。すなわち、

“テレビ放送コンテンツ(映像・音声・字幕等)とそれに関連したデータ放送コンテンツを放送受信し、BMLブラウザを用いてリンクコンテンツを通信チャネル経由で取得する。さらには、関連データをインターネット上へ収集していく。”(下図参照)といった利用法が想定されている。広告・ネットワーク販売・コンテンツ販売などを含め、新たなビジネスチャンスをもたらす端末として、期待も高まっている。

本稿では、ワンセグ放送受信技術、衛星放送受信とも共通する多重化ストリーム分離・抽出処理技術、受信ストリームから映像と音声のデータを復号・再生する映像復号・再生処理技術、音声復号・再生処理技術について述べる。



ワンセグ携帯電話における“放送と通信の融合”とコンテンツ

①ワンセグ携帯電話は、放送局から放送波を通して、テレビ番組と放送コンテンツ(BML①)を受信して、BMLブラウザに表示、②必要に応じて、放送のリンク・コンテンツを通信チャネルを通して取得(BML②)し、再度BMLブラウザで表示(双方向データ交換も可能)、③さらに、携帯ブラウザを連動させて、インターネット上の関連データ(携帯HPコンテンツ)を収集(XHTML③)する。

1. ま え が き

携帯電話によるワンセグ放送受信・モバイル衛星放送受信を可能にする技術開発を行っている。既に、モバイル衛星放送受信機能を持つ携帯電話の実用化は2006年に終わっているが、本稿では、2007年から市場の本格的立ち上がりが期待されるワンセグ携帯電話を中心に、放送波の受信技術、テレビ放送コンテンツとデータ放送コンテンツが含まれる多重化ストリームの分離技術、映像と音声それぞれの復号・再生処理技術について述べる。

2. ワンセグ放送受信技術

日本の地上デジタル放送ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial)方式は放送波を13個のセグメントに分割し(1セグメント428kHz),柔軟な割当てが可能な方式となっている。代表的な割当てとして、中央の1セグメントに1つのストリームを割当て、残りの12セグメントは通常のハイビジョン放送を割り当てるやり方がある。この場合、中央のセグメントのみを単独で取り出して受信できる工夫がされており、これを部分受信と呼ぶ。ワンセグは部分受信の仕組みを使って行われるサービスである(図1)。

ISDB-Tでは伝送方式としてOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)が用いられており、1次変調としてQPSK(Quadrature Phase Shift Keying),16QAM(Quadrature Amplitude Modulation),64QAMを用いることができるが、ワンセグ放送ではQPSKと16QAMのみを使うことができる。このとき用いられる量込み込み符号の符号化率も同時に規定されている(表1)。また、GI(ガードインタバル)についても、遅延波を考慮して制限が加えられている。より長いGIは長い遅延波に耐えられるが、伝送容量が減少する。GI長は残りの12セグについても共通のパラメータであるため、運用条件を考慮して決定される。

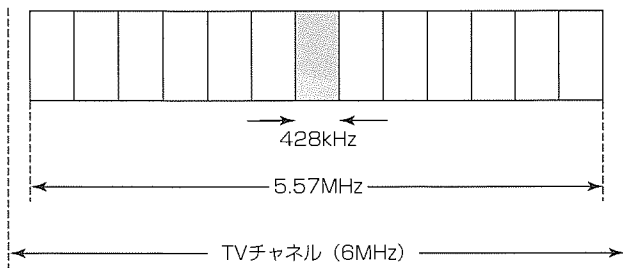


図1. ISDB-Tのセグメント構成

表1. Cプロファイルの運用規定

一次変調	符号化率	GI
QPSK	1/2, 2/3	1/4, 1/8, (1/16)
16QAM	1/2	1/4, 1/8, (1/16)

OFDMはもともと原理上マルチパスに強いという性質を持っているが、これは、GIにより遅延波を吸収できることによるものである。GI位置の決定が不正確になるとISI(Inter Symbol Interference)を生じ、急激な性能劣化を引き起こす。携帯の場合、固定受信の家庭用TVと異なり受信環境が常に変化し、シャドウイングなどにより遅延プロファイルも急激に変化する場合があり、受信エラーの多発を引き起こす。このため、常に遅延波の状況を監視し適切な処理を行うことにより劣化を最小限に抑える受信技術が必要となる(図2)。受信環境の変化による劣化を更に効果的に抑える方法としてはダイバーシティ受信が良く知られている。ダイバーシティ受信は複数のアンテナを用いて電波状況の良い信号を重点的に使うよう制御するもので、OFDMでは、キャリア単位での最大比合成を行うことにより5dB以上のダイバーシティ利得が得られる⁽¹⁾。一方で、ダイバーシティ効果を得るためには、アンテナ間の相関性が低いことが必要であり空間的な距離を必要とするため、サイズの小さい携帯ではこれを実現するのが難しい。このため、イヤホンアンテナを用いたダイバーシティなどが提案されている。

3. 多重化ストリーム分離・抽出処理技術

前節の放送受信処理を経て、映像・音声などのメディア情報を含む多重化ストリームが得られる。ワンセグ放送やモバイル衛星放送の多重化形式には、既存のBS/CS/地上波デジタル放送と同様に、ISO/IEC 13818-1(MPEG-2(Moving Picture Expert Group-phase 2) Systems)で規定されるTS(Transport Stream)が用いられている。TSには固定長パケットによって、映像、音響、さらに、データ放送のための付加データが多重化されている。受信機では、復調されたTSから、まずパケットのIDと内容との関係を示すテーブルを参照し、各メディアの情報に対応するデータを分離抽出する。さらに、TSには、個別に復号された

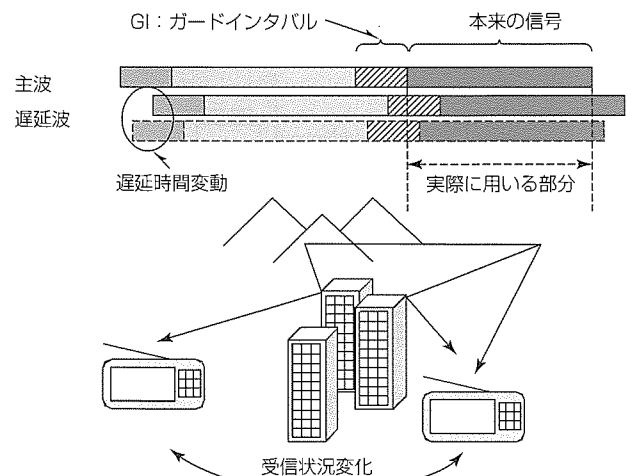


図2. 遅延波の影響

メディア情報の再生同期をとるための時間情報も含まれており、端末での再生管理を可能としている。ワンセグ携帯電話では、放送と通信が連携した新しいサービスの登場が期待されており、今後は、放送ストリームの内容が一層多彩になっていくと予想される。

4. 映像復号・再生処理技術

ワンセグ放送では、雑音、遅延波、受信環境の変化などの影響に対抗する伝送方式の工夫がなされ、映像のために使用できる帯域は限られている。映像は、本来、最も広い帯域を要するため、符号化において高い圧縮率が求められることから、新しい符号化標準であるMPEG-4 AVC (Advanced Video Coding)/H.264を採用している。

ワンセグ放送の代表的な映像フォーマットである解像度QVGA (Quarter Video Graphics Array) (320×240)、15フレーム/秒の場合、非圧縮の状態の情報速度はおよそ14Mbpsになる。ワンセグ放送で映像に割り当てられる情報速度は100数十kbps程度であるため、必要となる圧縮率はおよそ100倍である。100倍という圧縮率を過去に開発され、実用化された符号化方式と比較すると、図3のようになる。

MPEG-4 AVC/H.264は、既存の符号化方式と同様に、映像の動き補償予測とブロック単位の変換符号化を組み合わせた基本構成をとっているが、さらに、デバイスの高集積化を背景にして、可変ブロックサイズや適応性の高い可変長符号化など、多彩な工夫を盛り込むことで圧縮率を高めている。この標準には、当社の技術提案が反映されている。ワンセグ放送で用いられるAVC/H.264はARIB(社)電

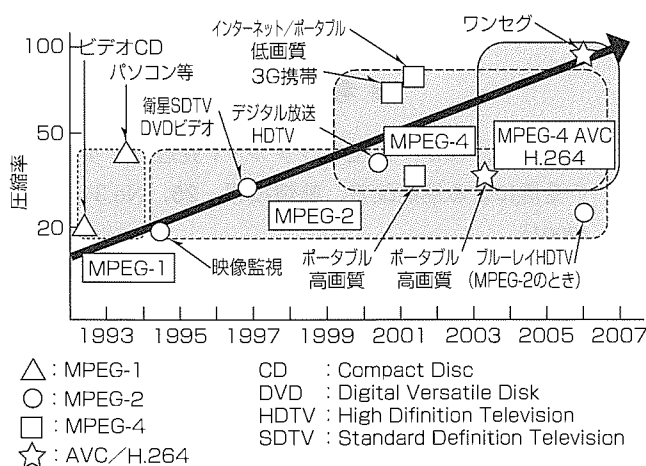


図3. 映像符号化の国際標準方式

表2. ワンセグ放送で用いるAVC/H.264の条件

国際標準プロファイル	ベースライン・プロファイル
国際標準レベル	レベル1.2
映像フォーマット	320×240 (4:3) 又は320×180 (16:9) 画素アスペクト比1:1 最小フレーム間隔1/15秒

波産業会)の運用規定によるサブセットであり、表2のように定められている。

AVC/H.264は圧縮率が高いため、わずかな受信データの誤りが再生映像の大きな範囲に及ぶ可能性がある。このため、ビット誤りへの耐性に関する技術を蓄積するとともに、規格上、符号化データにおいて誤りの影響が大きくなり得る場合の検証ストリームを開発し、映像復号部の開発にフィードバックすることで、誤りの波及を最小限にとどめる改善を行っている。

ワンセグ放送受信機では、復号されたAVC/H.264の動画が映像仮想プレーンに表示される。ワンセグ受信機では、同プレーンのほか、BMLブラウザ用仮想プレーン、字幕仮想プレーンが定義されている。BMLブラウザ用仮想プレーンには、データ放送コンテンツに含まれるJPEG (Joint Photographic Experts Group)やGIF (Graphics Interchange Format)などの画像を再生表示することができる。これらの復号はAVC/H.264の動画復号とは別に行われ、受信機の設定によっては、動画と同時に液晶画面に提示される(本稿要旨の図の表示例に相当)。今後、AVC/H.264による動画と連携したデータ放送と携帯電話網を介した双方向通信により、新たなサービスが登場してくることが期待される。

5. 音声ストリーム復号・再生処理技術

5.1 音声ストリーム復号・再生処理の概要と課題

図4に、モバイル放送端末における音声ストリーム復号・再生処理部の基本構成を示す。多重分離部でTSストリームから音声PES(Packetized Elementary Stream)が抽出され、復号処理部に渡される。復号された音声信号は、D/A変換されてアナログ出力される。

音声符号化には、ISO/IEC標準であるMPEG-2 AAC (Advanced Audio Coder)方式、及びその拡張仕様であるAAC Plusを使用する。MPEG-2 AAC方式は、パソコン用音源媒体として広く普及したMP3(MPEG Audio Layer-3)方式と比較して圧縮効率が高く、低ビットレートでの高品質伝送が可能である。さらに、AAC Plus方式は、低ビットレート化のために、送信側で一旦帯域制限された音声信号を、受信側で再生帯域を拡大し音質の向上を図るSBR(Spectral Band Replication)技術が組み込まれている。

また、携帯端末に実装する都合上、モバイル受信が前提となるため、受信状態の悪い環境ではPESパケットが欠損

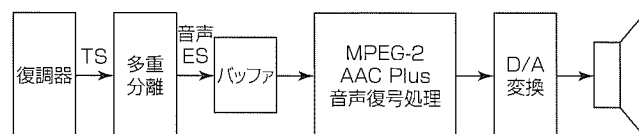


図4. 音声ストリーム復号・再生処理部の基本構成

表 3. 音声ストリーム復号・再生処理部の仕様

項目	仕様
音声復号方式	MPEG-2 AAC, AAC Plus
ストリーム形式	ADTS/LCプロファイル
音声ビットレート	AAC : 最大144kbps AAC Plus : 最大64kbps
再生サンプリング周波数	AAC : 16kHz, 24kHz, 32kHz, 48kHz AAC Plus : 32kHz, 48kHz
再生モード	モノラル, ステレオ, デュアルモノ
デュアルモノ切換え	主音声/副音声/主+副音声切換え可能
クロック誤差対応	送信側-受信側間のクロック差分: 200ppmまで対応可能

ADTS : Audio Data Transport Stream
LC : Low Complexity

する。欠損区間では、異音発生を抑圧するため無音補間し、欠損区間前後でのレベルギャップによる不自然感を低減するため、フェードイン/フェードアウト機能を備える。

端末側に実装される水晶発振子の製造誤差により、通常、D/A変換器のサンプリングクロック周期は、放送局側の送信装置がA/D変換器のクロック周期と異なっている。そのため、音声ストリーム復号・再生処理内部バッファあふれや枯渇が起きて、音声途切れる現象(クロックスリップ)が発生する。この送受装置間でのクロック誤差による音声品質の劣化を抑えることが、音声ストリーム再生を実現する上での課題となる。

5.2 課題の解決策

上記の課題を考慮した音声ストリーム復号・再生処理部の仕様を表3に、構成を図5に示す。

受信端末のサンプリングクロックを放送局側のサンプリングクロックに合わせるために、TSの中に多重化して送信されるプログラム時刻基準参照値(PCR)と呼ばれるパケットを参照し、VCXO(電圧制御水晶発振器)等を用いて放送局側との同期クロックを得る方法もあるが、ここでは、ソフトウェアで実現可能であり、実装コストに優れるサンプル挿抜方式について述べる。

クロック誤差吸収部は、端末側のクロック周波数が速い場合は音声信号サンプルを挿入し、逆に遅い場合は音声信号サンプルを間引きして、クロック周波数の差を吸収する。音声信号サンプルの挿抜タイミングは、クロック誤差吸収部の入出力端に設けたバッファ残量により決定する。

また、サンプル挿抜を単純なサンプル間引きや前値補間によるサンプル挿入等で実現すると、音声波形ギャップに起因する品質劣化を伴う。これを緩和するための方策として、復号音声のサンプリング変換倍率を符号化フレーム単

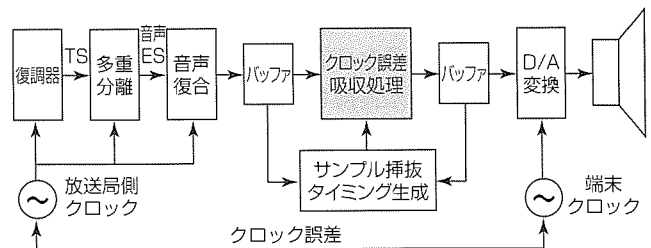


図 5. クロック誤差吸収を勘案した構成

位で部分的に変更する部分サンプリング変換方式⁽³⁾がある。この方式では、通常時はサンプリング変換率を1倍として処理を行う。また、サンプル挿入タイミングにおいては、サンプリング変換率を $(N+1)/N$ 倍(N :整数)とし、逆にサンプル抜粋タイミングではサンプリング変換率を $N/(N+1)$ 倍として処理を行う。モバイル放送端末では、音楽放送の高品質再生に重点が置かれているが、この方式は楽音、特に管楽器等に対して良好な特性を示すことが分かっている。

6. む す び

本稿では、携帯電話でのワンセグ放送受信・モバイル衛星放送受信を可能にするワンセグ放送受信技術、多重化ストリーム分離・抽出処理技術、映像復号・再生処理技術、音声復号・再生処理技術について述べた。

放送と通信の融合を果たした携帯電話では、その携帯性・移動性ゆえに、放送コンテンツとインターネット上の情報が一段と速く結び付くようになると考えられる。広告・販売にとどまらず、幾つかのビジネスには、大きなインパクトを与えるであろう。本稿で述べた技術は、そうした新しい時代を開く基盤技術と考えている。

参 考 文 献

- (1) 関 隆史, ほか: 地上デジタルTV放送のダイバーシティ受信による性能改善, 映情技報, 25, No.34, 1~6 (2001)
- (2) 関口俊一, ほか: AVC/H.264符号化における誤り耐性の評価, 映像符号化シンポジウム(PCSJ), 5~14 (2004)
- (3) 矢島 久, ほか: VoIPにおけるクロックスリップ対策方式の検討, 電子情報通信学会総合大会, B-6-146 (2003)

指操作入力インタフェース技術

川又武典*

User Interface Technologies by Finger Touches and Tracing Actions

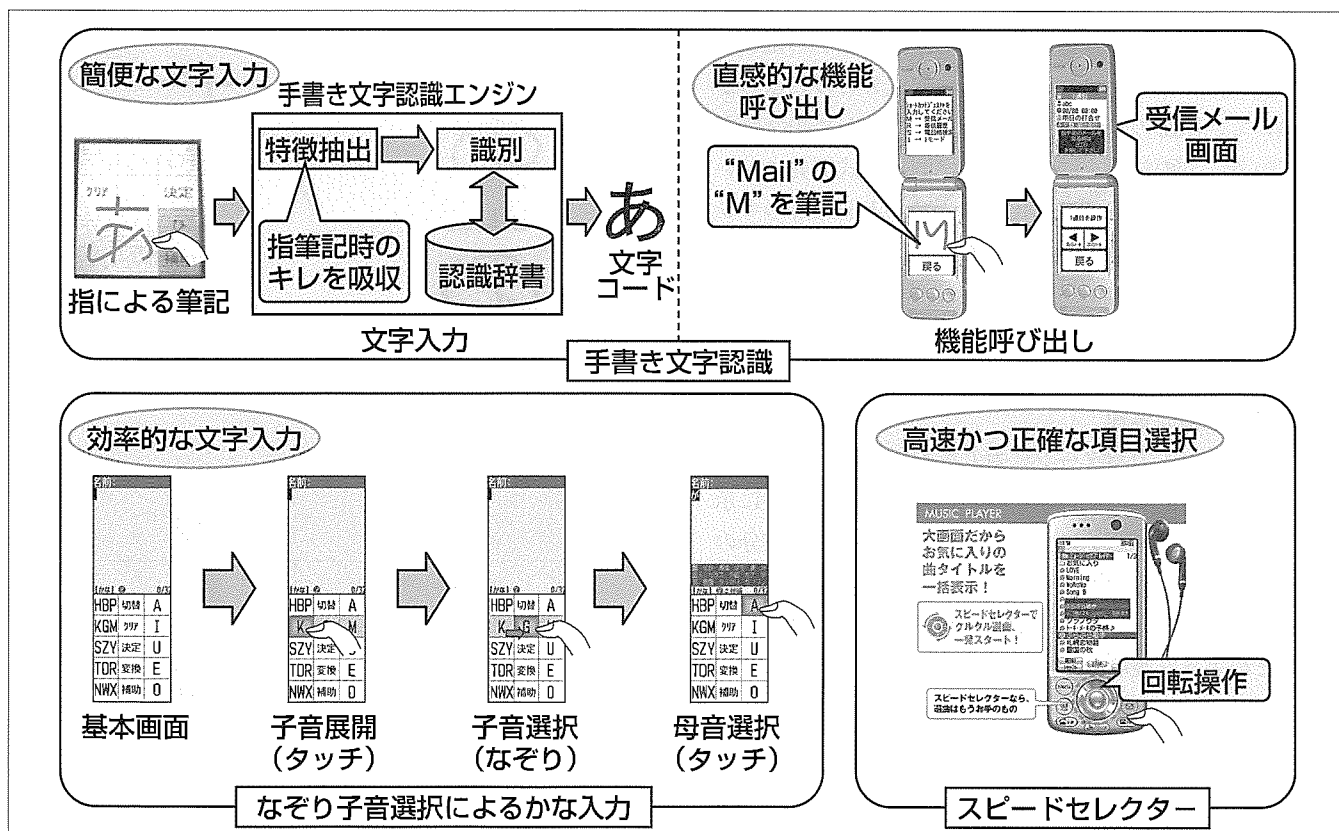
Takenori Kawamata

要 旨

ユーザーニーズの多様化が進む携帯電話の新機種開発では、幅広い一般ユーザーを対象とした多機能端末と、ターゲットユーザーを絞り込んだ企画端末との2極化傾向が進んでいる。三菱電機でも、多機能端末として“D902iS”、“D903i”などを、企画端末として機能を絞り込んだ端末や女性向けを意識した端末などを製品化してきた。一方で、端末に搭載される機能やコンテンツは増加の一途をたどり、既存の入力インタフェース(テンキーと十字キー)では円滑な操作が困難となってきた。この課題を解決するため、多機能端末、企画端末の種類を問わず、簡便かつ素早く・確実に操作ができる入力インタフェースの実現が求められており、当社では、新規入力インタフェースを持つ端末の開発に注力している。

本稿では、最近の開発成果として、次の3つの技術について述べる。

- (1) テンキー操作が苦手な人でも簡単にメールなどの文章を作成することができるように、操作面をタッチパネル一体型の液晶画面で構成し、タッチパネルに指で書いた文字を自動認識する“手書き文字認識技術”
- (2) 上記(1)のタッチパネルのなぞり操作を行うことで、効率的な文字入力を実現する“なぞり子音選択によるかな入力技術”
- (3) 旧来の十字キーの特徴を生かしつつ、多機能端末におけるコンテンツ操作(大量の曲リストからの選択、フルブラウザにおけるリンク選択など)を高速かつ正確に実行できる“スピードセクター”



指操作入力インタフェース技術

携帯電話の新しい入力インタフェースである、手書き文字認識(文字入力、機能呼び出し)、なぞり子音選択によるかな入力、スピードセクターにより、簡便な文字入力及び操作が可能になる。

1. ま え が き

ユーザーニーズの多様化が進む携帯電話の新機種開発では、幅広い一般ユーザーを対象とした多機能端末と、ターゲットユーザーを絞り込んだ企画端末との2極化傾向が進んでいる。当社でも、多機能端末としてD902iS、D903iなどを、企画端末として機能を絞り込んだ端末や女性向けを意識した端末などを製品化してきた。一方で、端末に搭載される機能やコンテンツは増加の一途をたどり、既存の入力インタフェース(テンキーと十字キー)では円滑な操作が困難となり、多機能端末、企画端末の種類を問わず、簡便かつ素早く・確実に操作ができる入力インタフェースの実現が求められている。この課題を解決するため、筆者らは、これまでに携帯電話側面に配置した一次元タッチセンサを用いたなぞり操作インタフェースなどを開発してきた⁽¹⁾。

本稿では、最近の開発成果として、“手書き文字認識技術”“なぞり子音選択によるかな入力技術”“スピードセクター”について述べる。

2. 手書き文字認識技術

携帯電話に搭載されたタッチパネルを用いて手書き文字入力を行う場合、機器の携帯性や片手操作を考慮して、ペンを使わず指で筆記した文字の高精度認識が必要となる⁽²⁾。開発に先立ち実施した分析結果によれば、タッチパネルに指で筆記した文字サンプルのうち、曲線成分の多いひらがなにおいて、筆跡の“キレ”がペン筆記に比較して約2倍発生している。この結果を踏まえ、文字認識方式開発においては、低演算量化・省メモリ化に加えて、上記筆跡のキレに対する耐性を持つ方式を開発した。

2.1 文字認識方式

図1に、開発した文字認識方式の処理フローを示す。

2.1.1 特徴抽出

(1) 線分間の補間処理

筆跡の切れた入力パターンに対しても正確な認識を行うため、線分の補間処理を適用する。具体的には、図2に示すように、入力パターンにおいて、直前に筆記した線分の終点と、次に筆記した線分の始点を直線補間(図の点線部分)し、キレの発生していないパターンと、発生したパターンとの差異を吸収する。

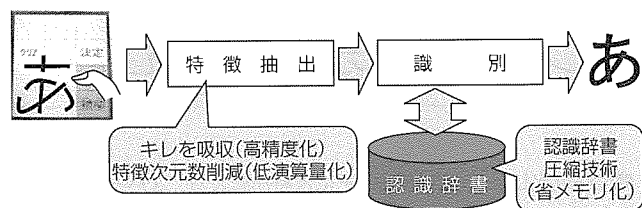


図1. 文字認識方式の処理フロー

(2) 方向分布特徴抽出

(1)で得られた補間後の入力パターンにおいて、図3に示すように、線分の筆記方向を8方向に量子化することにより、方向分布特徴を抽出する。ここで、線分間を補間することにより類似した字形になる、“こ”と“て”、“!”と“1”などの文字を正しく判別するため、実際に筆記された線分の特徴量に重み付けを行う⁽⁴⁾。

(3) 特徴次元数削減

(2)で得られた方向分布特徴に対して、特徴領域を4×4に分割し、各分割領域における特徴量を計数することにより、128次元の特徴を抽出する。次に、前記特徴から、正準判別分析法により、識別に有効な圧縮特徴ベクトル(80次元)を抽出することで、特徴次元数の削減を行う。

2.1.2 識別

(1) 候補クラスタ絞り込み

2.1.1項で得られた入力パターンの圧縮特徴ベクトルと認識辞書中の各クラスタ(形状の似通った文字がまとまったもの)における平均ベクトルとの距離により候補クラスタの絞り込みを行う。

(2) 候補文字絞り込み

次に、(1)で絞り込まれた各候補クラスタ内の文字について、入力ベクトルとの距離を算出することにより認識結果の候補文字を得る。

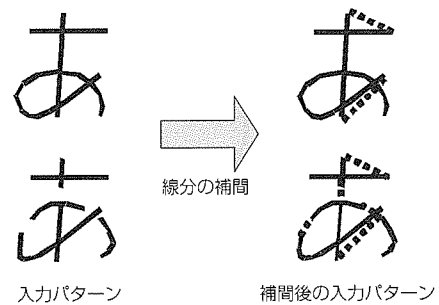


図2. 線分間の補間処理

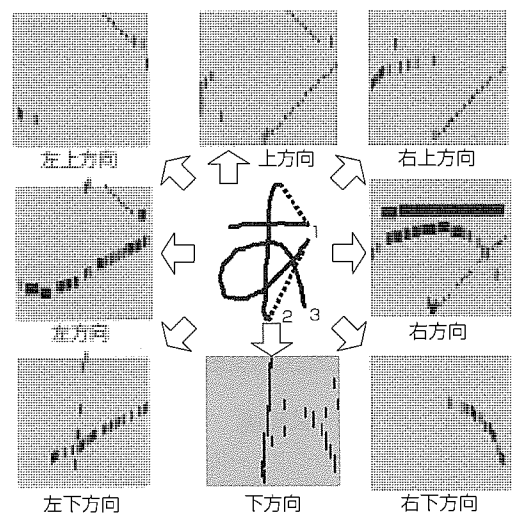


図3. 方向分布特徴

2.1.3 認識辞書の圧縮⁽⁴⁾

文字認識辞書における各文字の特徴ベクトルは、字形の類似した文字は近くに分布し、字形の異なる文字は離れた位置に分布する、というような文字の類似性による分布の偏りがあると考えられる。例えば、図4に示すように、○の特徴ベクトルと△の特徴ベクトルは、それぞれ類似した文字同士で分布を構成している。そこで、これらをクラスタ1、クラスタ2という単位に分類し、各クラスタ内の最小値ベクトル(図の□)を求める。この□の点を特徴軸の原点とする新たな特徴空間を定義することで、特徴ベクトルの値域は元の値域よりも小さくなる。これにより、認識精度を低下させることなく、特徴値を表現するビット数を削減でき、辞書容量の圧縮が実現できる。

2.2 性能評価結果

(1) 分類率

表1に、ひらがな、漢字を認識対象文字種とした場合の分類率(認識候補文字の中に正解文字が含まれる確率)を示す。なお、ひらがなは指で筆記したデータベース(33名分)、漢字はペンで筆記した東京農工大の手書き文字データベース(HANDS_kuchibue_d-97-06:120分)⁽⁵⁾を用いた。表に示すように、キレの多く発生するひらがなでも95%以上、漢字でも90%以上の認識率を達成し、実用的な認識精度を実現している。

(2) 認識辞書容量

表2に、JIS第1、第2水準漢字、英数記号、ひらがな、カタカナを対象文字とした場合の認識辞書容量を示す。表に示すように、圧縮を行わない場合の1文字当たりの特徴ベクトル容量80バイト(8ビット/次元)に対して、62%(49.6バイト/80バイト)の容量となり、38%の省メモリ化を実現した。

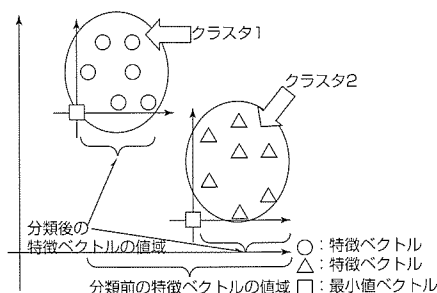


図4. 認識辞書圧縮方式

表1. 分類率

	パターン数	第1位	第10位
ひらがな	2,674	95.1	99.3
漢字	677,160	90.8	98.7

第n位分類率 = n位候補までに正解文字が含まれる確率
 認識率 = 第1位分類率

表2. 認識辞書容量

対象文字数	認識辞書容量	1文字当たりの平均特徴ベクトル容量
6,768	354Kバイト	49.6バイト

3. なぞり子音選択によるかな入力技術

携帯電話におけるタッチパネルを用いたかな入力方式を新たに開発し、円滑な日本語入力を実現した。

3.1 携帯電話におけるかな入力方式

現状、携帯電話の日本語入力方式は、かな入力とかな漢字変換を組み合わせた方式がデファクトとなっている。この方式は、かな入力とかな漢字変換の2つの機能に分類でき、さらに、かな入力方式は、以下の3つの方式に大別できる。

(1) 50音選択によりかなを入力する方式

2タッチ入力、マルチタップ入力など

(2) かなを直接入力する方式

手書き文字認識、音声認識など

(3) ローマ字によりかなを入力する方式

フルキーボード付き携帯などでの入力方式

上記3つの中で(1)、(2)については、多くの研究事例があり、製品も存在する。そこで、今回は、(3)のローマ字によりかなを入力する方式について、操作画面の小さな携帯電話における効率的な入力方法の検討を行った。

その結果、タッチパネルで実現可能ななぞり操作を活用することにより、小さな操作画面に配置可能な少数キーでかなを効率的に入力できる入力方式を開発した。

3.2 なぞり子音選択によるかな入力

図5に、なぞり子音選択によるかな入力方式の例を示す。図に示すように、基本画面では、複数の子音キーが1つのボタンに割り当てられ(例えば“H”“B”“P”), 母音は独立したキーとして表示される。

(1) 子音展開

子音キーをタッチすることにより、そのボタン内の子音キーが横方向に展開される。図では、“KGM”キーにタッチしたので、“K”“G”“M”キーが横方向に展開される。

(2) 子音選択

子音キーにタッチしたまま、所望の子音までなぞった後に、指をアップすることにより、子音の入力を行う。図では、“G”キーまでなぞり、指をアップしているため文字“G”が入力される。

(3) 母音選択

母音は、母音キーをタッチすることで入力する。図では、

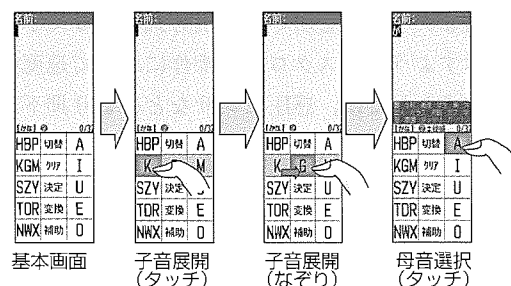


図5. なぞり子音選択によるかな入力

表3. 課題を解決するための操作デバイス

課題	押下操作	スライド操作	回転操作	
	感圧センサ	スティックポインタ	タッチパッド	スピードセクター
速度制御可能なスクロール操作	○	△ (薄型の場合)	△	◎ (操作感触あり)
複合的な操作	×	×	○	○

“A”キーをタッチしているので、“A”が入力され、結果的に文字“が”の入力が行われる。

この方式には、以下の特長がある。

- (1) 少ないキーの数でローマ字の入力が可能
→小さな画面でボタンを大きく表示可能
- (2) 出現頻度を考慮した配置により、出現頻度の高い母音、子音(例えば、“H”“K”“S”など)をタッチ操作のみで高速に入力が可能
→少数キー方式における入力効率低下を改善

4. スピードセクター

近年の携帯電話では、音楽再生機能、フルブラウザ機能など、端末に搭載される機能やコンテンツ(メール、電話帳、楽曲データなど)が飛躍的に増加しており、主に十字キーを用いる従来の入力インタフェースでは円滑な端末操作が困難となってきた。ここでは、現状の十字キーにおける課題を分析するとともに、その課題を解決する“スピードセクター”について述べる。

4.1 十字キーにおける課題

十字キーにおける課題には、以下の2つがある。

- (1) スクロール操作の速度制御が困難
楽曲リスト、受信メール一覧、電話帳など、大量のリスト項目が存在する場合には、高速なスクロール操作が必要となる。現状は、キーの長押しにより実現している場合が多いが、スクロール速度の制御が困難である。
- (2) 複合的な操作が困難

フルブラウザでは、表示画面内に情報が収まらないため、縦横のスクロール操作が必要となる、また、表示された画面内にも大量のリンクが存在するため、縦横スクロール操作とリンクの移動操作という、十字キーのみでは実現困難な複合的な操作が必要となる。

4.2 回転操作の活用

前節で分析した現行の十字キーにおける課題と、課題を解決するための操作デバイスについて検討した結果を表3に、具体的なデバイスを用いた実現方式を図6に示す。表及び図に示すように、スクロール操作において速度制御を実現する方式としては、感圧センサなどにより押下圧の強さを検出する方式、スティックポインタによりスクロール方向へのスライド移動量を検出する方式、タッチパッド(静電・感圧)又はホール素子などで回転操作量を検出するもの、の3つの方式が考えられる。スクロール操作の課題に対しては、スクロール量に応じた操作感触をユーザーに

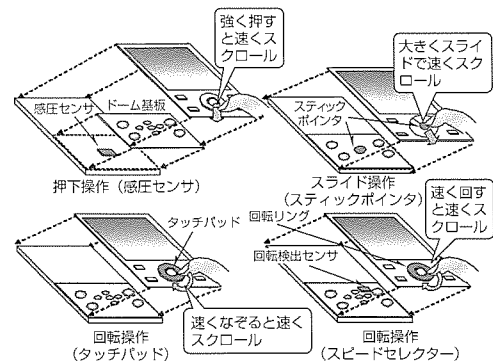


図6. 操作デバイスの実現形態例

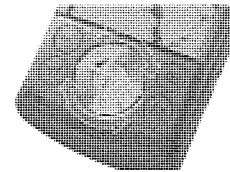


図7. スピードセクター

フィードバックできる機能が重要であり、その点で、回転量によりスクロール量を直感的に把握できる回転操作デバイスが他のデバイスに対して有利である。その中でも、スピードセクターは、物理的に操作部が回転する機構を持ち、細かな回転操作感触が得られる点で最も優れている。さらに、スピードセクターは、複合的な操作を実現する上でも既存の十字キーとの親和性が高く、十字キーの2つの課題を効果的に解決できるデバイスである。図7にスピードセクターの実装例を示す。

5. むすび

携帯電話における新しい入力インタフェースとして、手書き文字認識機能(文字入力、機能呼び出し)、なぞり子音選択によるかな入力機能、新規十字キーの検討を行った。今後は、より使いやすい入力インタフェースの実現を目指す予定である。

参考文献

- (1) 石井 純, ほか: 携帯電話の入力インタフェース技術, 三菱電機技報, 79, No.2, 131~134 (2005)
- (2) 岡野祐一, ほか: 携帯電話向け文字入力システムの試作, 情報処理学会第64回全国大会 (2002)
- (3) 川又武典, ほか: ストローク間情報を用いたオンライン文字認識の改良, 電子情報通信学会総合大会, D-12-20 (2001)
- (4) 川又武典: クラスタリング手法による文字認識辞書圧縮の検討, 第1回情報科学技術フォーラム, I-77 (2002)
- (5) 中川正樹, ほか: 文章形式字体制限なしオンライン手書き文字パターンの収集と利用, 電子情報通信学会技術研究報告, PRU95-115, 43~48 (1995)

音声入力インタフェース技術

石井 純*
井上将志**

Speech Input Interface Technologies

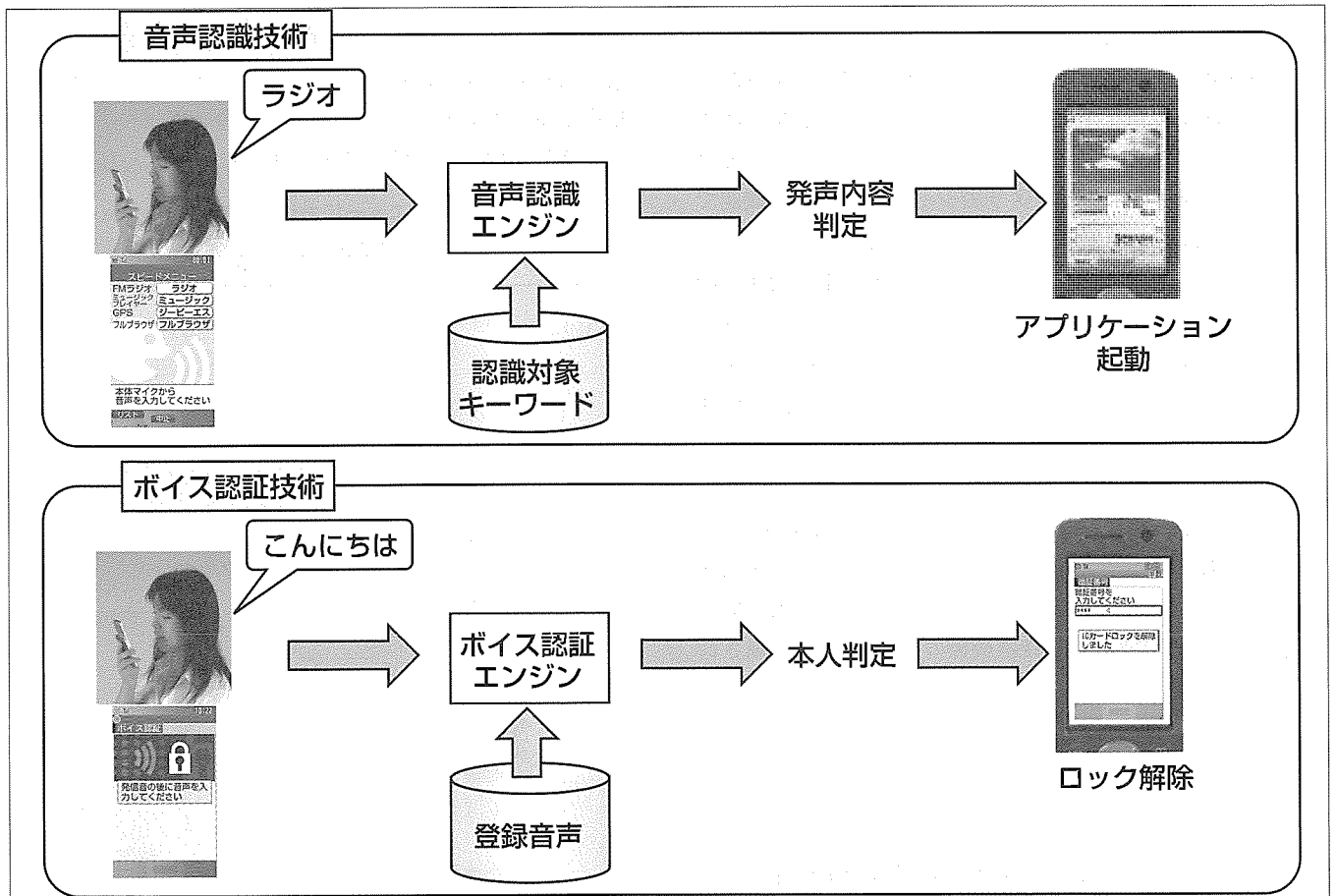
Jun Ishii, Masashi Inoue

要 旨

近年、携帯電話は電話としての基本機能のほかに、電子メールやインターネットへの接続機能、非接触ICによる電子マネー機能を搭載するなど、高機能化・多機能化が著しい。携帯電話の高機能化・多機能化の進展に伴い、①ボタンやセレクトだけでは操作が煩雑、②紛失や盗難による電子マネーの不正利用や蓄積された個人情報の大量流出の危険性、という問題が大きくなってきた。したがって、簡単に機能を操作できる入力インタフェース技術と、セキュリティ機能強化が求められている。このような要求に対して、三菱電機では、音声を利用した音声認識技術及びボイス認証技術を開発した。

音声認識技術とは、ユーザーが発声したキーワードの内容が何であるかを判定するものである。音声認識機能を用いることで、キーワード発声によるアプリケーション起動を可能にした。より使いやすくするため、事前の音声登録なしでだれでも利用可能な不特定話者音声認識を携帯電話へ組み込んだ。

また、ボイス認証技術とは、音声に含まれる個人性情報を基に本人判定を行う技術である。非接触IC機能のロック解除時にボイス認証技術を適用することでセキュリティ向上を実現した。



音声入力インタフェース技術

認識対象としている複数のキーワードの中で最も類似度が高いキーワードを発声内容と判定する音声認識技術を開発し、キーワード発声による携帯電話のアプリケーション呼び出し機能を実現した。また、認証のために発声したキーワード音声あらかじめ登録しておいたキーワード音声と同一人物のものかを判定するボイス認証技術を開発し、非接触IC機能のロック解除へ適用してセキュリティ強化を図った。

1. ま え が き

最近の携帯電話は、電話としての基本機能のほかに、電子メールやインターネットへの接続機能、非接触ICを利用した電子マネー機能を搭載するなど、高機能化・多機能化が著しい。携帯電話の高機能化・多機能化が進むに従って、①ボタンやセレクトだけでは操作が煩雑、②紛失や盗難による電子マネーの不正利用や蓄積された個人情報の大量流出の危険性、という問題が大きくなってきた。したがって、簡単に機能を操作できる入力インタフェースと、セキュリティ機能が求められている。当社は、この問題に対して、音声を利用した音声認識技術とボイス認証技術によって携帯電話の操作性向上及びセキュリティ強化を実現した。

2. 携帯電話への音声入力インタフェース技術の適用

携帯電話は、音声を使ったコミュニケーションを可能にする道具である。したがって、携帯電話の操作でも音声を使うこと(音声入力インタフェース)は、ユーザーにとって抵抗感がなく自然であると考えられる。また、音声を入力するためのデバイスは携帯電話に必ず装備されているので、音声入力インタフェースは低コストで実現できる利点がある。

このように携帯電話の入力インタフェースとしては音声入力が有効であるという考えの下、2004年には携帯電話初の機能である音声シャッターを開発し、NTTドコモ向け“mova^(注1) D506i”に搭載した⁽¹⁾。音声シャッターとは、キーワード発声によってカメラのシャッターを切る機能であり、手振れのない撮影を実現したものである。

さらに、NTTドコモ向け“FOMA^(注1) D903i” (2006年発売)では、キーワードを発声することでアプリケーションを呼び出すスピードメニューを搭載して操作性向上を図った。このスピードメニューは、キーワードの発声内容が何であるかを判定する音声認識技術によって実現している。

また、声によって本人かどうかの判定を行う技術であるボイス認証を開発し、“FOMA D902iS” (2006年発売)の非接触IC機能のロック解除へ適用してセキュリティ機能強化を図った。携帯電話におけるボイス認証機能の実現は、D902iSが初めてであり、後継機種D903iへも搭載されている。

以降では、最近の音声入力インタフェースの開発であるスピードメニューのための音声認識技術、ボイス認証技術について述べる。

3. スピードメニューのための音声認識技術

D903iではFMラジオやGPS (Global Positioning System) アプリケーションなどが新規に追加され、多機能化が更に進んだ。そこで、キーワード発声によってアプリケ

(注1) mova, FOMAは、(株)NTTドコモの登録商標である。

ーションを呼び出すスピードメニューによって簡単な操作を実現した(スピードメニューにおけるアプリケーションとキーワードの対応を表1に示す)。スピードメニューを実現する音声認識としては、事前の音声登録が不要な不特定話者音声認識を採用し、より簡単に使用できるようにした(音声登録が必要な音声認識は特定話者音声認識と呼ばれる)。

不特定話者音声認識を携帯電話の限られたハードウェアに組み込むためには、省メモリかつ少ない演算量の方式が不可欠となる。また、携帯電話は様々な場所で使用されることが想定されるため、騒音に対する高い耐性も必要である。この課題に対して我々は、発声長スコアを用いる音素片サブワードHMM (Hidden Markov Model) を標準パターンとする方式を開発し⁽²⁾⁽³⁾、携帯電話に搭載可能な不特定話者音声認識を実現した。以下に、不特定話者音声認識の動作、音素片サブワードHMMによる省メモリ・低演算量化、及び発声長スコア導入による騒音耐性の向上について述べる。

3.1 不特定話者音声認識の動作

図1に、D903i搭載のスピードメニューを実現した不特定話者音声認識のブロック図を示す(キーワードの仕様は表2に示す)。不特定話者音声認識は、入力された音声の発声内容を認識対象としている複数のキーワードの中から抽出するものである。

具体的処理としては、まず、ユーザーから入力されたキ

表1. スピードメニューにおけるアプリケーションとキーワードの対応

アプリケーション	キーワード(認識対象単語)
FMラジオ	ラジオ
	エフエム
	エフエムラジオ
ミュージックプレーヤー	ミュージックプレーヤー
	ミュージック
	オンガク
GPSアプリケーション	ジーピーエス
	ナビゲーション
フルブラウザ	フルブラウザ ブラウザ

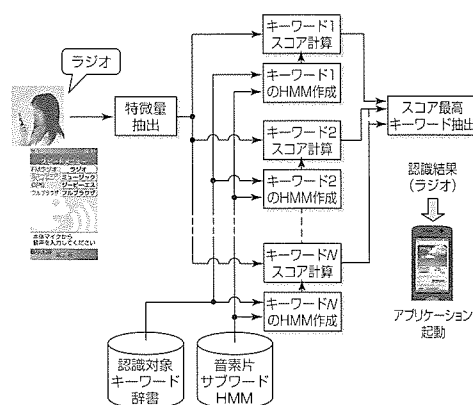


図1. スピードメニューのための不特定話者音声認識のブロック図

ワード音声に対して音声区間検出を行い、検出された音声区間に対して音声の特徴量分析を行い、特徴量を抽出する。特徴量分析とは、音声認識に適した物理量に変換するものであり、短い時間(フレーム)ごとに、主に周波数成分を特徴量として抽出する。

次に、抽出された特徴量に対して、認識対象としている各キーワードの標準パターンを用いてスコア計算(類似度計算)を行う。標準パターンは確率統計モデルのHMMを用いている。統計量は、多数の話者が発声した音声データを用いて学習してある。したがって、話者の違いによる音声の変化に強く、不特定話者音声認識を実現可能にしている。少ないメモリ量、少ない演算量の方式を実現するために、HMMは音素片と呼ばれるサブワード単位として保持するようにした。音素片とは音素よりも短い単位の音声である。図2に示すように、認識対象キーワード辞書に格納されている情報を基に、音素片サブワードHMMを連結することでキーワードHMMを作り出す。

各キーワードのスコアは、図3に示すように、特徴量の時系列とキーワードHMMを照合し、最もスコアが高くなる最適パスを抽出することで計算する。そして、最もスコアが高いキーワードを認識結果として出力する。不特定話者音声認識によって実現したスピードメニューでは、認識結果として出力されたキーワードを基にアプリケーションを起動する(キーワードと起動するアプリケーションの対応を表1に示す)。

3.2 音素片サブワードHMMによる省メモリ・低演算量化

標準パターンとして用いた音素片サブワードHMMは、少ない標準パターン数で不特定話者音声認識を実現できることが特長である。最近の音声認識で広く用いられている前後音素環境依存の音素サブワードHMMと比較すると、約6分の1の標準パターン数である。この集約度の高い音素片サブワードHMMによって、RAM(Random Access Memory)が44Kバイト、ROM(Read Only Memory)が

表2. スピードメニューのキーワードの仕様

発声長	0.3~3.0秒
使用スタイル	通話スタイル又は携帯電話を顔の正面5cmに持つ
発声可能な状態	発話開始ボタンを押し入力を開始してから5秒間
発声可能な騒音レベル	80dBA以下

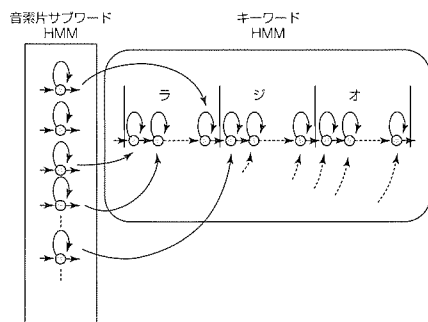


図2. 音素片サブワードHMMによるキーワードHMM

76Kバイトの省メモリ不特定話者音声認識方式を実現した。また、キーワード当たりの標準パターン数も少なく、スコア計算の処理量も小さく抑えることが可能である。省メモリ、低演算量化を音素片サブワードHMMによって実現し、携帯電話のハードウェアへの組み込みを可能にした。

3.3 発声長スコア導入による騒音耐性の向上

携帯電話を使用する場所は様々であり、周囲にはいろいろな騒音が存在する場合が多い。このような場所であっても正確に認識することが要求される。周囲騒音が存在する場合は音声に騒音が重畳し、標準パターンとの不整合が生じて音響的なスコアが低下し誤認識を引き起こす場合がある。そこで、キーワードの発声長の妥当性(発声長スコア)をスコア計算に取り入れた。周囲騒音の影響で発声長が大きく変わることはないため、発声長スコアは騒音に頑健であると言える。発声長は最適パスを求める際の各音素片サブワードHMM当たりの自己遷移回数として抽出し、その妥当性をスコアとした。発声長スコアと前述の音響的なスコアとを併用することで、騒音耐性の高い不特定話者音声認識を実現した。

4. ボイス認証技術

非接触IC機能を搭載した携帯電話では、不正利用による被害が甚大になるおそれがあり、従来の暗証番号入力よりも高いセキュリティ機能が必要となった。そこで、生体認証の一つであるボイス認証を開発しD902iS, D903iに搭載した。ボイス認証は、登録したキーワード音声の発声内容と、音声に含まれる個人性情報を基にして本人判定を行う技術である。キーワードを知られてしまったり録音された場合でも、別のキーワードを登録し直すことで詐称の危険性を低くできる利点がある。

4.1 ボイス認証の動作

ボイス認証処理のブロック図を図4に示す。図のように、キーワードを登録し、認証時には登録したキーワードと同一の音声が入ってきた場合に本人と判定する。ボイス認証を携帯電話へ搭載するためには、周囲にいろいろな騒音が存在する場合であっても、本人の発声が他人と判定(本人棄却)されず、なおかつ、他人の発声が本人と判定(他人受理)されないことが要求される。そこで、音声区間を限定せずに照合を行う方式(始末端非制限照合)をベースに騒音

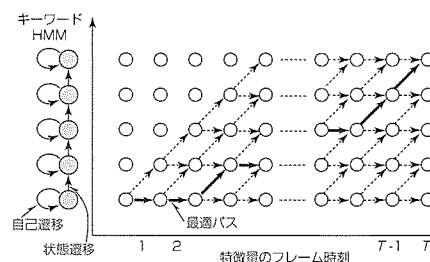


図3. 最適パス探索によるスコア計算

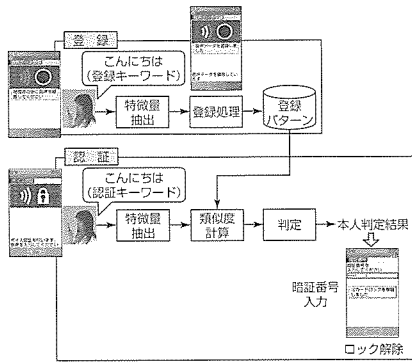


図4. ボイス認証処理のブロック図

適応型認証を取り入れることで騒音下における性能向上を図った⁽⁴⁾。以降、キーワードの登録、キーワード発声による認証処理について述べる。

4.2 キーワードの登録

ボイス認証機能を使うためには、まず、認証の際のキーワードとなる音声登録が必要となる。表3に音声登録の主な仕様を示す。登録発声は2回要求される。これは、不適切な音声の登録を防ぐこと、及び発話を平均化した登録パターンとすることで頑健性を増すことを目的としている。登録処理としては、まず、キーワード発声に対して音声区間検出を行い、検出された音声区間に対して音声の特徴量分析を行う。特徴量としては、不特定話者音声認識と同様に、主に周波数成分を抽出する。

次に、2発話間の類似度を求め、類似度が低い場合は再発声を要求する。この処理で、言いよどみや騒音を含んだ音声の登録を防ぐ。次に、発声内容について検証を行い、音節種類数が少ない場合には(例えば“あー”という発声)、音節数が多い別の単語への変更を要求する。登録音声の音節数が少ない場合には、本人判定に用いる情報量が少ないために認証精度が低下するからである。発声内容に問題がないと判定された場合には、2つの発声の特徴量を平均化し、登録パターンとして格納する。

4.3 認証処理

認証は登録したキーワードと同一内容の発声を入力することで行う(表4に、認証時の発声についての仕様を示す)。処理としては、発話開始ボタンを押した後に音声信号の入力を開始して音響分析を行い、特徴量を抽出する。この特徴量とキーワードの登録パターンとの類似度を計算して、類似度が基準値よりも高い場合に本人と判定する(非接触IC機能のロック解除のためには、更に4けたの暗証番号入力が必要)。

認証時に最も問題となることは、周囲の騒音に対しての頑健性である。携帯電話の非接触IC機能の使用ケースとしては、駅や店舗など騒音が大きい場所が多いと考えられる。騒音が大きい場合には、音声区間が検出できなくなる、本人の発声であっても登録パターンとの類似度が低くなり

表3. ボイス認証の音声登録の仕様

登録キーワードの内容	自由(ただし5音節以上を推奨)
登録キーワード数	1
発声回数	2
発声長	0.5~2.0秒
使用スタイル	通話スタイル又は携帯電話を顔の正面5cmに持つ
発声可能な状態	発話開始ボタンを押し音声入力を開始してから5秒間
発声可能な騒音レベル	55dBA以下

表4. ボイス認証の認証発声の仕様

認証発声の内容	登録キーワードと同一の内容
使用スタイル	登録と同じスタイル(通話スタイル、又は携帯電話を顔の正面5cmに持つ)
発声可能な状態	発話開始ボタンを押し音声入力を開始してから5秒間
発声可能な騒音レベル	80dBA以下

他人と判定されてしまう、という問題が生じる。そこで、騒音が原因の誤判定を防ぐために、始末端非制限照合及び騒音適応型認証を導入した。

(1) 始末端非制限照合

騒音がある場合には、キーワード発声が騒音に埋もれてしまい、音声区間の特定が困難となる。そこで、常に登録パターンと入力音との照合を行う始末端非制限方式を開発した。

(2) 騒音適応型認証

騒音が大きい場合は、騒音の影響で、登録したキーワードであっても類似度は低くなってしまふ。そこで、周囲騒音の大きさに応じて認証の基準を変更する方法を取り入れた。

5. む す び

携帯電話の簡単な操作とセキュリティ強化のために、音声を利用した不特定話者音声認識技術及びボイス認証技術を開発した。今後、不特定話者音声認識技術については、認識対象キーワード数の増加、騒音に対する耐性の向上を図り、様々な機能へ適用していく予定である。また、ボイス認証については、風邪を引いてしまった場合や登録から時間が経ってしまった場合に起きる音声変化への対処が必要である。

参考文献

- (1) 石井 純, ほか: 携帯電話の入力インタフェース技術, 三菱電機技報, 79, No.2, 131~134 (2005)
- (2) 岩崎知弘, ほか: 音素片HMMを用いた不特定話者連続音声認識システム, 日本音響学会1992年春季研究発表会, 1-P-7 (1992)
- (3) 石井 純, ほか: 16ビットマイコン用不特定話者音声認識ミドルウェアの検討, 日本音響学会2003年春季研究発表会, 2-4-22 (2003)
- (4) 石井 純, ほか: 背景騒音に頑健な音声コマンドの検討, 電子情報通信学会総合大会, D-14-12 (2005)

1. ま え が き

第三代(3G)携帯電話システムは、ITUによって国際標準仕様IMT(International Mobile Telecommunications)-2000として勧告化されており、標準化機関3GPPがW-CDMA方式を採用した世界初の仕様“リリース1999(R99)”を発行している。この仕様に準拠した無線ネットワークによる商用サービスは、2001年10月に(株)NTTドコモからスタートした。R99時点での通信速度は、下り/上り回線共に規格上2Mbpsであったが、3GPPは、その後も通信の高度化を目指して仕様の追加を続け、リリース5(Rel-5)では、HSDPA技術を用いて下り14.4Mbps、リリース6(Rel-6)では、Enhanced Uplink技術を用いて上り5.7Mbpsの通信速度を実現した。現在では、更なる高度化の可能性を探り、“HSPA Evolution”の活動としてフィージビリティスタディを行っている。

上記のようなW-CDMAをベースとする数年先をターゲットにした技術進化を行う一方で、10年後又はその先においても競争力のある無線ネットワークを提供するため、3GPPでは、2004年末に新しい活動“LTE(Long Term Evolution)”を開始した⁽¹⁾。既仕様と同様IMT-2000の枠組みの中で通信速度100Mbps/50Mbps及び周波数利用効率2~4倍向上(対Rel-6)を目標としており、一年間の検討の後、2005年末に下りOFDMA、上りSC-FDMAの無線アクセス方式採用を決定した。LTEでは、通信の高速化のみならず、無線アクセス処理時間の短縮、無線ネットワークの高度化なども視野に入れ、コアネットワークを含めたネットワークアーキテクチャにおける同様の活動“SAE(System Architecture Evolution)”と協調しながら開発を進めている。LTEの仕様発行は2007年9月の予定である。

本稿では、LTEの目標の一つである通信の高速化・効率化に焦点を当て、それを支える技術について述べる。また、3Gにおける特許ライセンス制度と当社の活動状況についても触れる。

2. LTEアクセス方式

この章では、LTEでの無線アクセス方式の概要について述べる。表1に、2006年10月現在の標準化状況におけるLTE物理レイヤの主要諸元を示す。

2.1 下り伝送：OFDMA方式

下り(基地局送信)には、マルチキャリア伝送による多元接続方式OFDMAが採用され、基本サブキャリア間隔は15kHzである。広帯域伝送を効率的に行うため、LTEでは、リソースブロック(RB)という単位が導入される。その構成を図1に示す。例として、伝送帯域が20MHzの場合にはサブキャリアは1,200⁽²⁾存在し、1サブフレーム(0.5ms)

時間に100のRBが存在する。

各RBには、下り復調及び伝送路品質測定に用いられるリファレンスシンボルが特定のシンボル間隔(時間・周波数とも)で存在し、移動局での復調には、これらを用いた同期検波が想定される。

2.2 上り伝送：SC-FDMA方式

上り(移動局送信)には、DFT(Discrete Fourier Transform)-Spread OFDM方式が用いられる。3GPPではこの方式をSC-FDMAと呼んでおり、その信号生成過程の例を図2に示す。上り送信においても下りのRBと同様の単位(リソースユニット：RUと呼ばれる)を用いた伝送が行われ、時系列の送信データをシンボル化・DFT後、送信に用いるRUに割り当てる処理が行われ、その後、時間領域に戻してOFDMのそれと同様の働きを目的としたCP(Cyclic Prefix)を付加した後にシンボルが送信される。

周波数領域における使用RUへの割当て処理が入るもの

表1. LTE物理レイヤの主要諸元(2006年10月時点)

アクセス方式	(下り) OFDMA方式 (上り) SC-FDMA方式
上り/下り多重方式	FDD, TDDの両方をサポート
周波数帯域幅	1.25/1.6/2.5/5/10/15/20MHz
ピーク伝送速度	(下り) 100Mbps以上 (上り) 50Mbps以上
サブフレーム長	0.5ms
TTI長	1.0ms
誤り訂正符号	Turbo符号(データに対し)
主な伝送効率化技術	適応変調, MIMO伝送, リソーススケジューリング

TTI: Transmission Time Intervals

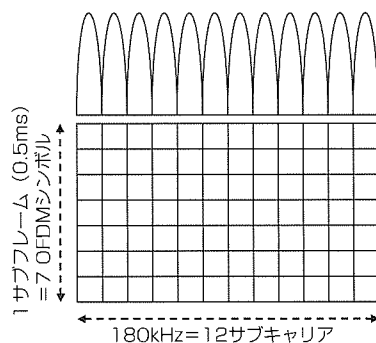
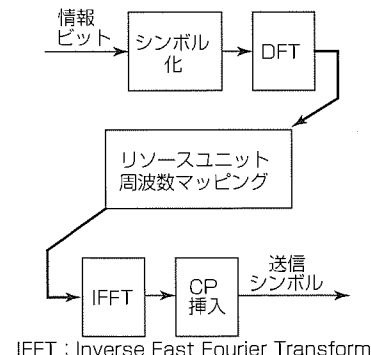


図1. リソースブロック(RB)構成



IFFT: Inverse Fast Fourier Transform

図2. SC-FDMA信号生成過程

の、基本的にはシリアルなデータ送信を行っているため、この方式はシングルキャリア伝送となる。

上にシングルキャリア伝送を選択した背景には、PAPR(Peak to Average Power Ratio)を低く抑えた方式を採用することにより、移動局の送信電力増幅器への負担を軽減する配慮がある。また、DFT-Spread OFDM方式は、信号処理において下りで採用したOFDM方式と類似する点があり、上りと下りでフレーム構成のパラメータをそろえることで、処理の共通化も期待される。

3. 高速・高効率伝送を支える技術

3.1 MIMO

下り伝送の100Mbps化のため、MIMO伝送による空間多重(Space Division Multiplexing: SDM)が想定されており、基地局送信用及び移動局受信用それぞれに2アンテナ以上の実装が要求されている。この2×2-MIMO-SDMにより、伝送路上で2倍の量の情報伝送を行う(図3)。

一般に、MIMO-SDMは伝送路品質の良い場合に行われるが、伝送路品質が悪い場合や受信アンテナ数に制限のある場合などでは、3GやHSDPAでも用いられた送受信のダイバーシティが行われ、性能改善が図られる。

なお、このMIMO-SDMは、上り伝送への適用の検討も行われており、その導入の可否は今後決定される。

3.2 リソーススケジューリング

マルチパス環境下での広帯域無線伝送では、ある特定の周波数成分が大きな減衰を受ける周波数選択性フェージングが発生するが、その環境の中で効率的な伝送を行うために周波数特性を考慮したりリソーススケジューリングが行われる。その概念を図4に示す。使用可能なすべてのRBごとに伝送路の品質を測り、その結果に基づいて品質の良いRBを選んで伝送を行うことで伝送誤りを抑制する。この実現のため、下り伝送で実施する場合には、移動局での伝送路品質測定とその測定結果の上り回線を通した通知が必要となる。

このスケジューリングは、上り・下りのいずれでも実施することが想定されており、その制御主体(スケジューラ)はいずれの場合も基地局に配置される。

このスケジューリング処理を複数の移動局に対して同時に実施すると、移動局によって伝送路状態が異なるため、伝送に用いるRBが分散され、より伝送効率を高めるユー

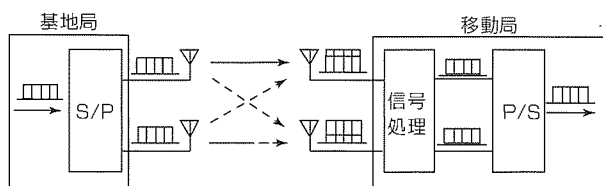


図3. MIMO-SDM伝送概念図

ザーダイバーシティ効果が期待される。

3.3 MBMS(Multimedia Broadcast Multicast Service)

下り伝送において、移動局に個別に送信するサービスとは別に、複数の移動局に向けて同時に同一のデータ配信(テレビ放送や交通情報など)を行うサービスが実施される。この場合、複数の基地局で同一の情報が送信される場合には、それらは同期して送信する手法も検討されており、移動局でそれらを合成受信し、性能改善を図ることで、配信エリアの拡大・確保が期待される。

3.4 可変帯域幅への対応

各国の周波数割当て事情に適合するよう、表1に示したとおり、1.25MHzから20MHzまでの帯域幅をサポートすることがLTEシステムに求められている。前述のとおり、RBを単位とした処理を実施することで、異なる帯域幅への柔軟な対応を可能としている。

4. 3Gパテントプラットフォーム動向

当社は、3GPP発足以来、方式とシステム及びマルチメディアの研究開発を行うとともに標準化活動を推進し、LTE技術に関しても積極的に技術開発と標準化活動へ参画している。このような標準化は、移動体通信の世界的な統一規格を目指して策定されるものであり、その技術に関連して生まれる発明は製品を実施する上で不可欠な必須特許となることが多い。そこで、各社製品の規格準拠と多数の必須特許保護の調和が必要となり、解決策の一つとして、例えば画像圧縮技術MPEG(Moving Picture Experts Group)特許プールのような単一ライセンスの仕組みが考えられる。

3Gの特許ライセンス制度に関しても、合理的なロイヤリティによる単一ライセンスというプール方式のメリットを生かしつつ、当事者間の相互交渉を可能とした新しいパテントプール組織Platform WCDMAが構築され、当社は、その設立と運用に主導的役割を果たしている。このプラットフォームの特徴は、①中立的第三者機関が評価認定したW-CDMA規格(3GPP全リリース)の必須特許をライセン

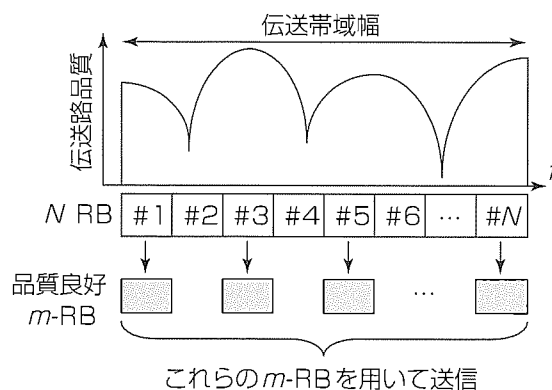


図4. リソーススケジューリングの概念

ス対象とし、標準ロイヤルティを低額に抑制した点(一台当たりの\$レートと販売価格の%レートの選択可)、及び②ライセンサーとライセンシーが合意した場合には、ライセンサーに支払い予定のロイヤルティを最初から控除できるようにした点、である(詳細は、<http://www.3glicensing.com/>参照)。

現在(2006年9月30日時点)のライセンサーは、当社を始め国内外の主要なメーカー、オペレーター等8社からなり、ライセンス可能な必須特許は全世界で登録されている182件(日本92件、欧州45件、米国24件、韓国10件、中国8件、オーストラリア3件)に及び、日々その対象特許は増加の傾向にある。当社も、標準化における提案活動とともに、提案技術に基づく必須特許の取得とその認定活動を行い、Platform WCDMAの必須認定特許を48件(2006年9月30日時点)保有している。

5. む す び

本稿では、3GPP LTE標準化活動に関して、無線アクセス方式の概要、及びLTE実現に不可欠な技術の中からMIMO技術とリソーススケジューリング技術について述べた。さらに技術開発と共に当社が力を入れている3Gパテントプールの動向についても言及した。

今後も、3GPP LTE標準化活動への継続的な参画と技術提案を行い、LTE仕様策定に積極的に貢献していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 3GPP TR25.913 V7.3.0 (2006-03)
- (2) 3GPP TR25.814 V7.1.0 (2006-10)



特許と新案 * * *

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

デジタル無線電話機 特許第3733963号(特開2004-080820)

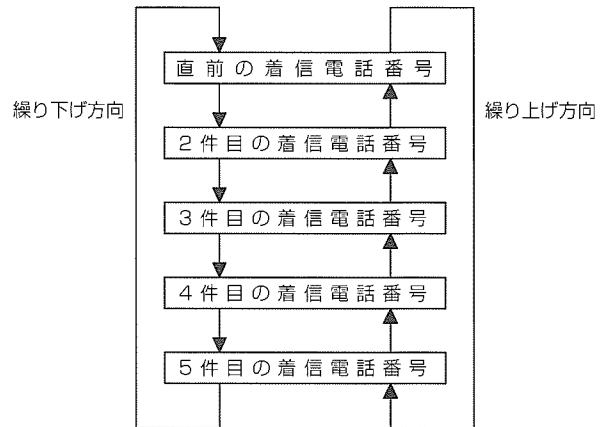
発明者 村田隆司

この発明は、自動車・携帯電話やPHS等のデジタル無線電話機において、着信した相手先の電話番号(着信電話番号)を記憶でき、その記憶した着信電話番号から発呼できるデジタル無線電話機に関するものである。

従来アナログ無線電話機では、本来の電話機能に必要な構成とは別に着信電話番号を検出するDTMF解析機が必要であり、単に着信メモリに記録された着信電話番号を用いてリダイヤルするのみであった。

デジタル無線電話機に着信があった場合、デジタル電話回線信号から着信電話番号を取得し、着信電話番号と着信時刻情報とを対応付けて着信メモリに記録する。使用者が着信電話番号を確認する際、着信電話番号が表示装置の一面面に表示しきれない場合は画面スクロールを行って確認することになるが、この発明では、着信メモリに記録された着信電話番号を最近に着信した電話番号情報から始め繰り返し下げ方向、又は最も古い電話番号情報より繰り返し上げ方向のいずれかに逐次循環表示可能としたものである。これに

より、着信リダイヤル機能を持つデジタル無線電話機に高性能な着信リダイヤル機能を備えたデジタル無線電話機を提供することができる。



ハイパーテキスト表示システム及びハイパーテキスト表示方法 特許第2987355号(特開平11-212889)

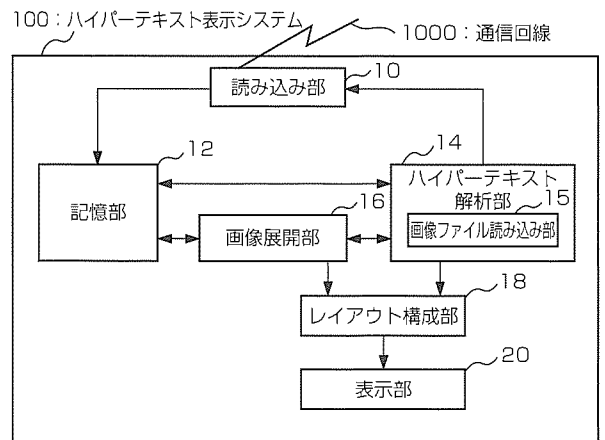
発明者 浦川康孝

この発明は、webサーバからのハイパーテキストを表示するブラウザに関するものであり、特に、ハイパーテキストに含まれる画像データの表示/非表示を選択的に行うハイパーテキスト表示システム、表示方法に関するものである。

伝送スピードの比較的遅い情報処理装置や、画面の表示能力に制限のある情報処理装置にとって、ハイパーテキストに含まれる画像データのダウンロードや表示は非常に負荷のかかる作業であるため、画像データを表示しない情報処理装置もあるが、表示されない画像データに他のハイパーテキストへのリンクがあると、リンクページに移動できない等の課題があった。

この発明では、ハイパーテキスト解析部がハイパーテキストを解析して解析情報を出力し、画像ファイル読み込み部が画像ファイルにリンクがあるかどうか、又は画像ファイルサイズにより画像ファイルをサーバから読み込むかどうかを判定して選択的に読み込みを行う。画像ファイルの読み込み表示を行わない場合には、画像ファイルの代替アイコンを表示するようにした。これにより、画像表示デー

タのダウンロードにおける表示の負荷が軽減でき、画面の表示能力に制限のある情報処理装置でも画像表示データが表示可能となる。





特許と新案***

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

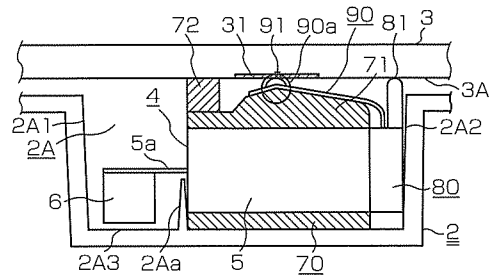
バイブレータ取付構造 特許第3251305号(WO99/23801)

この発明は、携帯無線電話機等に内蔵されるバイブレータの筐体及び内蔵基板に対する相対的振動を防止できる取付構造に関するものである。

従来、接触型の給電方式は、バイブレータの取付け作業が容易であるものの、着信時の振動によりバイブレータとケースとの間の相対的振動によって給電部分が相互に摺(す)れ、金めっき等の摩耗剥離に起因する接触不良や給電端子の応力緩和による給電部の接触不良を引き起こす等の課題があった。

この発明では、バイブレータを携帯無線電話機等に内蔵するに際し、モータへの給電基板とモータ本体の分銅取付側端部との間に、この端部をケースの底面方向に押圧する

発明者 井岡誠二, 犬伏俊也
取付部材を設けるように構成したものである。これにより、分銅の回転により生じるバイブレータのケースに対する相対的振動を防ぐことができ、金めっき等の摩耗剥離に起因する接触不良や給電端子の応力緩和による給電部の接触不良を回避できる。



無線電話機 特許第3377425号(特開平11-178063)

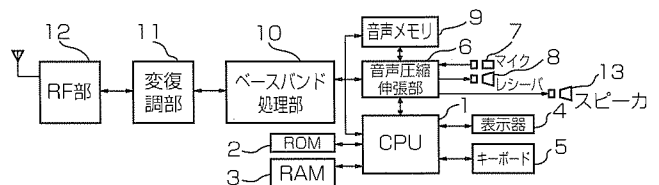
発明者 石倉政美

この発明は、文字情報に付加して音声情報を送受信できる無線電話機に関するものである。

従来の携帯電話機においては、音声通信による音声情報の送受とメール等の文字情報の送受とが別個の機能として存在しており、文字情報を相手に送信する場合、音声による連絡と比較して送信する側の感情等を十分に伝えることが困難であった。

この発明は、メール等の文字情報を相手に送信するに際し、圧縮音声を記録したメモリからの音声情報を文字情報

に付加することで、文字情報に加え音声情報を送信できるようにしたものであり、文字情報を相手に送信する場合、音声による連絡と比較して送信する側の感情等を十分に伝えることが可能となる。



〈本号記載の商標について〉

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.81 No.3 特集「自然冷媒CO₂ヒートポンプ」「品質・信頼性向上 — 開発設計段階での品質・信頼性作りこみ」

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 三嶋吉一</p> <p>委員 小林智里 増田正幸 山木比呂志 佐野康之 糸田敬 世木逸雄 岡本尚郎 河合清司 長谷勝弘 木規純一 逸見和久 光永一正 河内浩明 赤川正英</p> <p>事務局 園田克己</p> <p>本号取りまとめ委員 黒田伸一</p>	<p>三菱電機技報 81巻2号 2007年2月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2007年2月25日 発行</p> <p>編集人 三嶋吉一</p> <p>発行人 園田克己</p> <p>発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 日本地所第一ビル 電話(03)3288局1847</p> <p>印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス</p> <p>発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話(03)3233局0641</p> <p>定価 1部945円(本体900円)送料別</p>
<p>三菱電機技報 URL</p> <p>三菱電機技報に関するお問い合わせ先</p>	<p>URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/</p> <p>URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/support/corporate/giho.html</p>
<p>英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます</p>	<p>URL http://global.mitsubishielectric.com/company/r_and_d/advance/</p>

スポットライト

FOMA D903i WIDE FACE × SLIM BODY

三菱電機の薄型スライド第3弾として、D903iが2006年11月14日に(株)NTTドコモから発売されました。その特徴は以下のとおりです。

1. WIDE FACE

- 2.8インチワイドQVGA液晶
- 2.8インチワイド液晶の美しさに加え、新たにヨコ画面表示も可能となったフルブラウザを搭載



2. SLIM BODY

- シリーズ最薄 18.2mm
(*903シリーズにおいて)



3. SPEED SELECTOR

- 大画面を自在に操る！光るスピードセクター^(注1)
- スピードセクターに21パターンものイルミネーションを搭載

4. FMラジオ

- プリインストールされているiアプリ^(注2)“FMラジオMusicサーチ”を使用してFMラジオ放送を受信。放送中の曲の情報を取得して表示する“NOW PLAYING情報”取得機能、放送中の曲を着うたフル^(注3)や着信メロディとしてダウンロードできるiモード^(注2)サイトを検索する機能搭載



5. FMトランスミッター

- ミュージックプレーヤーやiアプリの音をFM電波で送信し、FMラジオ付きのオーディオ機器やカーステレオなどで再生。GPSナビアプリの音声ガイダンスをカーステレオから出力して音声ナビとしても利用可能

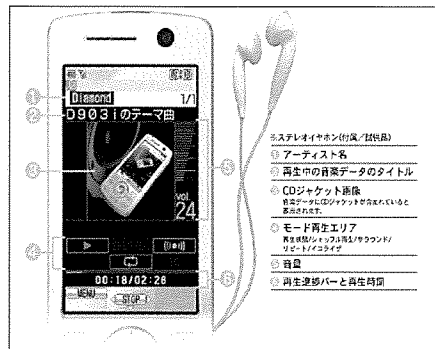
本体仕様

最大寸法(スライドクローズ時)	109×48×18.2(mm)
質量	質量 約113g
連続通話時間	音声通話：約170分/テレビ電話：約100分
連続待受時間	静止時：約540時間/移動時：約380時間
充電時間	FOMA ^(注2) ACアダプタ使用時 約120分 FOMA DCアダプタ使用時 約120分
ディスプレイ	262,144色 TFTカラー液晶 2.8インチ(240ドット×400ドット)

(注1) スピードセクターは、三菱電機(株)の登録商標です。
(注2) iアプリ、iモード、FOMAは、(株)NTTドコモの登録商標です。
(注3) 着うたフルは、(株)ソニーミュージックエンターテインメントの登録商標です。

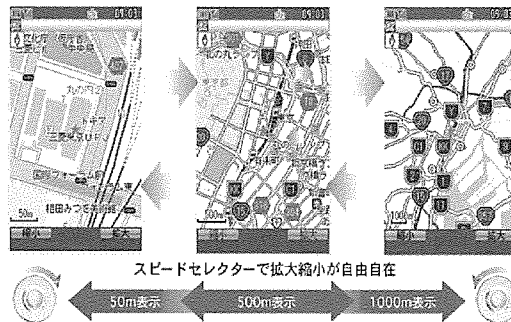
住 所：〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町8-1-1

会社名：三菱電機株式会社 お問い合わせ先：モバイルターミナル製作所 営業部 TEL 06-6495-5769



6. GPS

- 大画面GPSナビアプリ
- GPS対応のメガiアプリ“NAVITIME for D903”をプリインストール。大画面地図と音声ガイダンスで迷い知らず。スピードセクターで地図の拡大・縮小がスピーディ



7. CAMERA

- 有効320万画素AF対応CCDカメラ搭載
- 最大30フレーム/秒のフル画面ムービー再生

カメラ仕様

●画素数			
アウトカメラ	有効画素数：約320万画素/記録画素数：約320万画素(1536×2048)		
インカメラ	有効画素数：約10万画素/記録画素数：約10万画素		
●カメラ			
アウトカメラ	CCD		
インカメラ	CMOS		
●デジタルズーム*			
静止画	1倍～16倍(32段階)		
動画	1倍～16倍(8段階)		

- レンズカバー(カメラ起動/終了連動)
 - 撮影モード(24種類)
 - 明るさ調節(5段階)
 - 色の濃さ(5段階)
 - セルフタイム(2秒～15秒)
 - バーコードリーダー対応(最大5件保存)
 - 接写撮影対応
 - サウンドレコーダー
 - スーパーコンパクトライト内蔵
 - フレームダウンロード対応
 - マーカースタンプダウンロード対応
 - 動画撮影対応(MP4形式)
 - ピクチャー一覧
 - 画像加工機能
 - 静止画撮影画像サイズ(11種類)**
- | | | | |
|-------|-----------|----------|-----------|
| 3M | 1536×2048 | UXGA | 1200×1600 |
| SXGA | 960×1280 | 横長VGA | 640×480 |
| 縦長VGA | 480×640 | QVGA | 240×320 |
| 待受用 | 240×400 | CIF | 352×288 |
| QCIF | 176×144 | Sub-QCIF | 128×96 |
| 電話帳用 | 96×72 | | |
- 動画撮影画像サイズ(3種類)
 - QVGA 320×240
 - Sub-QCIF 128×96
 - QCIF 176×144
- *1) 撮影サイズによっては、ズーム撮影できない場合やズームできる倍率が異なります。
*2) インカメラでは、撮影できないサイズもあります。