

巻頭論文

# ヒューマンマシンインタフェース技術への取り組みと今後の展望



木槻純一\*



石川 泰\*\*

Perspective on Human Machine Interface Technologies and Future Prospects

Junichi Kitsuki, Yasushi Ishikawa

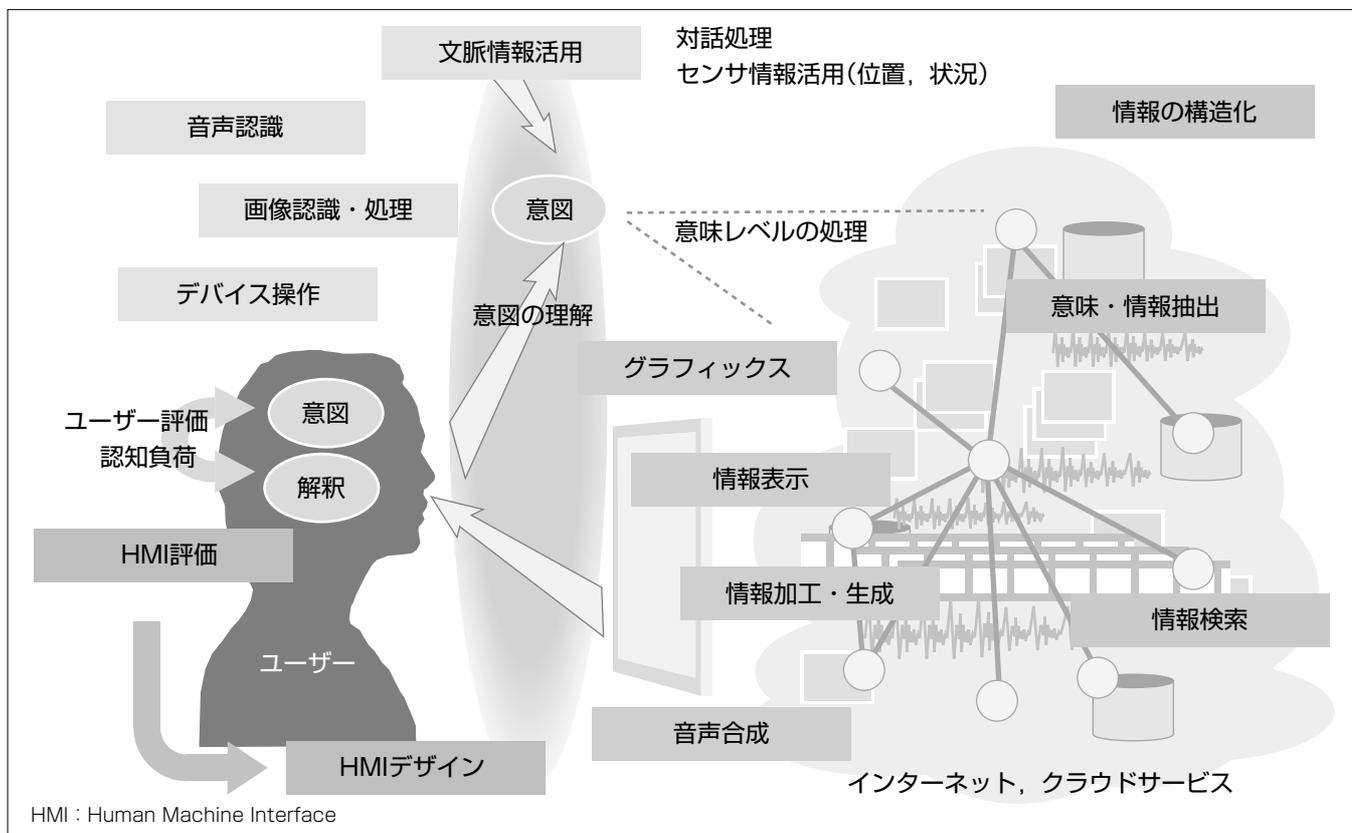
要 旨

スマートフォン、タブレット端末が普及し、多くのユーザーが高精細グラフィクスディスプレイに表示される画像、映像、アニメーションなどを含む情報を、タッチパネルで操作し、音声で情報検索をすることも珍しいことではなくなっている。ゲーム機では、加速度センサを内蔵した機器を“操作”し、カメラ映像処理によってジェスチャが認識されるようになった。かつては、“機械”の操作、その効率の視点で検討されてきたヒューマンインタフェース技術は、今、大きな変化の時代を迎えている。

インターネット上には、莫大(ばくだい)なマルチメディアコンテンツを含む情報があふれ、通信技術の進歩によって、それらの情報にだれでもがどこからでもアクセスができるようになってきている。クラウドサービスは、機能やサービスがどこにあるのかをユーザーに意識させなくなった。

このような時代では、固有の機能を持った機械と人の関係ではなく、人と情報・サービス、現実世界と情報、さらには、それらを介した人と人との関係という視点でのヒューマンインタフェースを考え、製品やサービスをどのように気づき、学習し、使うようになるのかを評価し、ユーザーが得られる経験や満足度を高めるインタフェース技術を提供することが、製品の価値となる。

三菱電機では、その基盤となる音声、グラフィックスなど入出力技術から、情報の構造化、利用者にとっての意味づけなどの情報処理技術までを研究開発し、これらの先進の技術を統合し、インタフェースデザイン・評価と一体となって、多様な機能や莫大な情報をユーザーにとって真に使えるものとして提供できるヒューマンインタフェースを実現していく。



ヒューマンインタフェース

人間の要求を直感的な方法で入力し、分かりやすく情報を提供するヒューマンインタフェースが、情報サービス製品の価値となる。当社は、その要素技術である、画像処理、音声処理、入出力デバイス開発から、情報の表現・加工技術、さらには、情報の関連性・意味抽出、構造化技術を開発するとともに、デザイン、ユーザービリティ評価まで一貫した研究開発を実施することで、真に“使いやすい”製品を提供している。

### 1. ま え が き

パソコン、インターネットが家庭に広く普及し、スマートフォン、タブレット端末が急速にひろまっている。高精度グラフィックスディスプレイに表示される画像、映像、アニメーションなどを含む情報をタッチパネルで操作し、音声で情報検索をすることも珍しいことではなくなっている。ゲーム機では、加速度センサを内蔵した機器を“操作”し、カメラ映像処理によってジェスチャが認識されている。自動車の運転では、カメラ映像で確認しながらバックし、センサが障害物を教えてくれる。日々メールでコミュニケーションをとり、ネットワーク上にコミュニティを形成する。今、私たちは、情報とそれを扱う機器の中で生きていくと言っている。

ヒューマンインタフェースは、古くは“機器”の操作、工場やオフィスでのその利用効率の視点で検討されてきたが、今日では、人と機能、情報、サービスとの関係、又は、現実の世界と情報との関係、それらを介した人と人との関係という、人と技術の総合的な関係性の視点で考えなければならない時代を迎えている。当社では、このような視点で、情報通信技術・情報を真に利用者にとり価値のあるものとして提供するために、インタフェース技術の開発に取り組んでいる。

この特集号では、この基盤技術について最近のトピックを解説し、インタフェース設計事例、評価技術について述べる。以降の章で、インタフェース技術を概観し、この号の論文の概要と位置付けを述べ、今後のインタフェース技術を展望する。

### 2. ヒューマンインタフェース

#### 2.1 ヒューマンインタフェースの歴史

図1に、ヒューマンインタフェースの歴史を概観する。

ヒューマンインタフェースは、1970年代までは、機器の操作に関する身体的な負荷を評価し、作業における機器操作効率を考える技術であった。機器そのものの機能や効果は利用者にとって明確であり、課題は、誤操作の防止、人間工学に基づく操作効率、身体的負荷の軽減にあった。この時代コンピュータの実用化も進んだが、まだ極めて特殊な用途に用いられるだけであり、インタフェース検討の対象物にはなり得なかった。

1980年代に入ると、コンピュータが発展し、利用の中心は、オフィス業務と一部のユーザーに限られたものの、“パーソナルコンピュータ”として利用者は急速に増え始め、利用における利便性、特に利用方法の習得の観点からインタフェースの検討がなされた。1980年には、現在のマウスとGUI (Graphical User Interface)によるインタフェースが開発されている。製品でも1990年のWindows3.0<sup>(注1)</sup>は、グラフィックス表示とポインティングデバイスによる操作を基本とするもので、現在のコンピュータ操作の原型となるものであった。それまでの、個別の機能を持つ機器とは異なり、機能そのものの理解が効率的にできるか、又は、ユーザーが目標を操作に移す場合に、誤りなく正しい操作ができるかという認知負荷の低減がインタフェース技術の解決すべき主な課題の一つとなった。これはコンピュータに限定した話ではなく、電子機器が様々な機能を持つよう

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

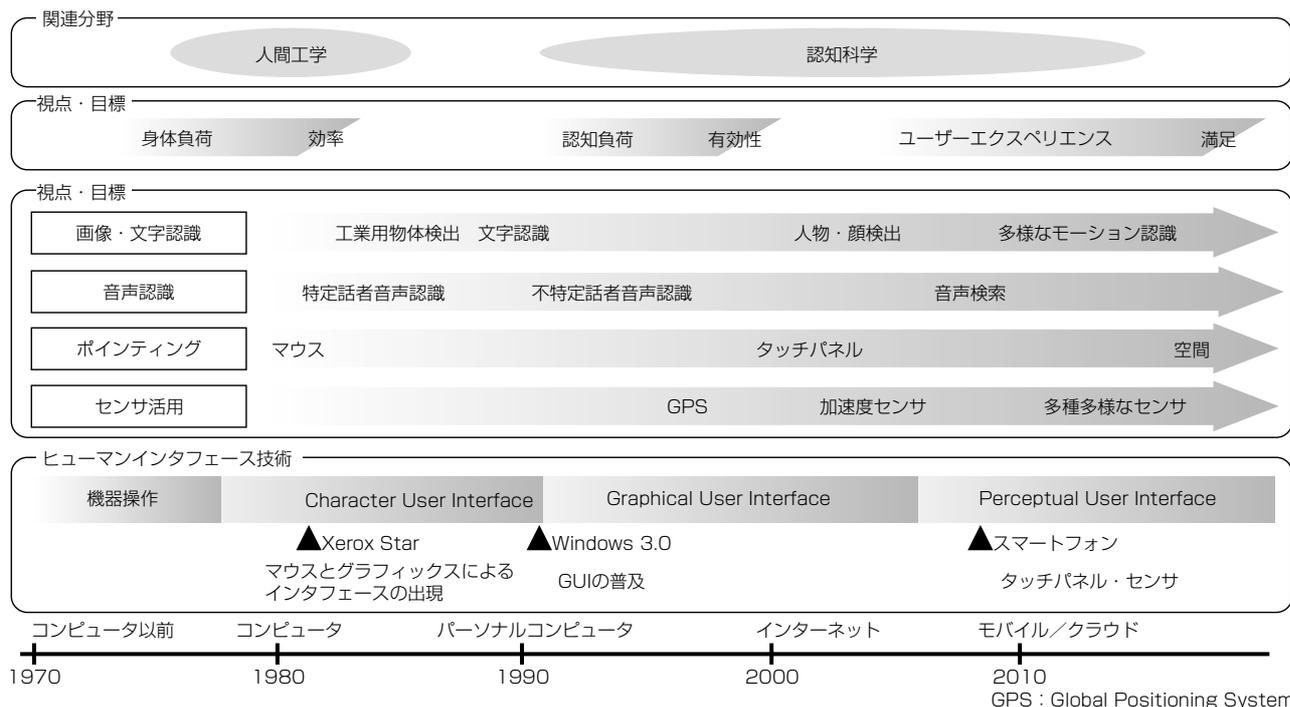


図1. ヒューマンインタフェースの歴史

になったため、これらのインタフェースデザインでも“使いやすさ”が議論されるようになった。“人間中心のデザイン”<sup>(1)</sup>が提唱されたのは、まさにこの1980年代のことであった。インタフェース技術が人間工学視点で機械設計を考える技術分野から、認知科学を通して機能設計を考える時代が変わってきたとも言える。

1990年代後半になると、インターネットの家庭への普及が進み、パソコンはコンシューマー製品になった。直接的なインタフェース技術については大きな技術変革はないものの、情報検索技術、又は、情報のインタフェースとしてのWebデザインが議論されるようになり、インタフェース技術が単に入出力技術だけではなく、情報処理技術を含めた幅広い技術分野に拡大したと言える。

2000年代に入ると、通信の高速化、無線通信技術の発展に加え、機器の高機能化、小型化が急速に進み始めた。小さい機器での複雑な操作の問題は、携帯電話のインタフェースデザインを典型例として広く議論された。

そして現在、プロセッサの高速化・小型化はさらに進み、だれもがどこからでも大量の情報にアクセスでき、サービスを受けられる時代となった。情報通信は社会生活の重要なインフラとなっている。1990年代に議論された、PDA(Personal Digital Assistance)、ウェアラブルコンピュータ、ユビキタスコンピューティングなどのコンセプトが、形を変えて実現しつつある。インターネット上にはさらに大量のマルチメディアコンテンツが流通し、サービスのクラウド化によって、ユーザーは、どこに機能があるかを意識することがなく、今、何ができるか、どのようなサービスをいかに快適に受けられるか、コンテンツやサービスとユーザーをつなぐインタフェースに価値を求める時代になったと言える。したがってインタフェース技術は、ユーザーと情報・サービス、情報の相互関係、又は、情報や情報機器を介しての人と人との関係を広く扱う技術分野になっている。SNS(Social Networking Service)は、ネットワーク上の人と人とのつながりととらえることもできるが、莫

大な情報世界を共通の興味など実世界の人のつながりを通して見るインタフェース技術ともとらえられる。

## 2.2 ヒューマンインタフェースの課題

新しい時代のヒューマンインタフェースについて、情報の相互関係を抽出する情報処理技術、人と機器や情報・サービスの関係としての狭義のインタフェース技術、その評価技術の3つの視点から、課題を述べる。

### (1) 個別コンテンツの流通から、相互関係・意味抽出による構造化へ

ネットワーク上には、すでに一人のユーザーが利用しきれない情報が蓄積されている。これらは、情報検索技術や、関連付けなどの技術があって初めて活用が可能となる。特に、映像情報や音声情報などのマルチメディア情報の有効活用は今後の大きな課題となる。基盤となる映像からのオブジェクト抽出や、音声画像の意味理解技術に加え、コンテンツの作成側からは、積極的なメタ情報の付与、利用履歴情報などの活用が、実用的な利用効率を考える上で重要になる。

### (2) 情報入出力から、意味・意図の入出力へ

図2はインタラクションの7段階モデルの説明図である。古くから指摘されているとおり、ユーザーは、心理的な目標の達成に向けて意図を持ち、行動を選択し、物理世界で実行をする。システムは入力によって何らかの状態変化を生じる。すなわち、表示が変わる、運転状態が変わる、音声出力される等である。ユーザーはこれを知覚、解釈し、自分の目標が達成できたかどうかを評価する。

この“意図→行動選択→実行”は実行の淵(ふち)と呼ばれ、大きな認知負荷になり得る。また、ユーザーとシステム設計者の考え方の違いによって正しい行動が選択されない事態が生じる。同様にシステムの状態が変化しても、ユーザーの“知覚→解釈→評価”に負荷や誤りが生じる可能性もある。古くからの指摘ではあるが、意図や意味の抽出は容易な技術ではない。着実な研究開発に加え、操作ではなく、目標や効果を表現する工夫、又は、ユーザーに知覚評

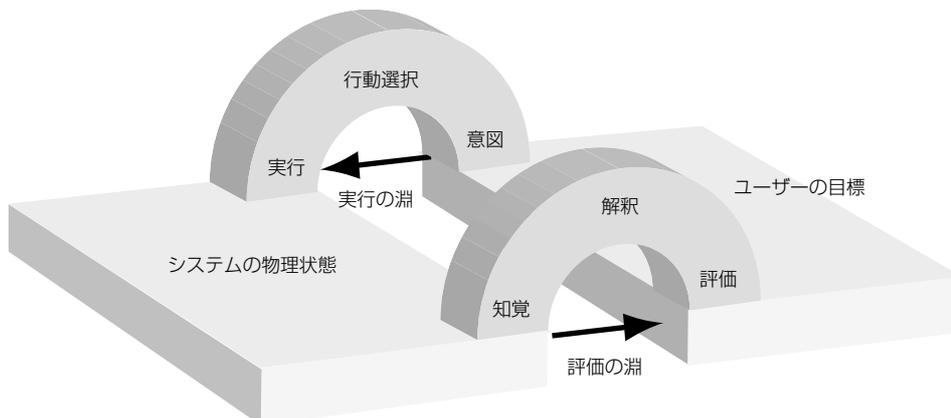


図2. 行為の7段階モデル

値しやすい情報提示を考える必要がある。現在は、メディア処理技術が進み、音声、映像、グラフィックスなどの扱いが容易になっている。これらを用いた直感的に分かりやすい表現、位置情報などのユーザーが明示しない文脈情報の活用も重要な課題である。

### (3) 効率からユーザーエクスペリエンスへ

上で述べた心理側面での評価、及びそれに基づくインタフェースデザインが必要である。例えば、効率の評価であれば、タスク達成の時間を測定するなどで定量的な評価も可能であるが、心理的評価は困難で、一般にコストもかかり、限られた側面の評価しかできない場合も多い。しかし、ユーザーが日常の利用の中で、どのように気づき、学び、使えるようになるのか、その過程を把握し、得られる満足に対する評価を行うこと、すなわちユーザーエクスペリエンスの評価とそれに基づくデザインプロセスこそが重要である。評価方法に関する地道な積み重ねと、評価結果を共有し、デザインに活用する仕組みをつくりあげることが必要である。

## 3. ヒューマンインタフェース技術と当社の取り組み

### 3.1 インタフェースデザインと評価

当社では、早くから、ユーザービリティ評価に基づくインタフェースデザインを指向し、評価技術の確立を目指した研究開発を実施しながら、検討した方式を用いてユーザービリティワークショップ<sup>(2)</sup>を実施し、人間中心のインタフェースデザインを推進している。さらに、情報通信技術の研究開発部門と連携し、プロトタイプ評価や、評価結果をガイドラインとして組み込んだインタフェース設計ツールの開発などを推進し、全社の製品にユーザービリティが高く、共通したコンセプトのデザインを適用している。

### 3.2 音声入出力技術

音声入出力のもっとも大きな特徴は、意味レベルの直接表現にある。他の入力方式では、目標から行動の選択に滞があり、学習が必要であったり、負荷がかかるのに対して、音声は目標を直接言語表現することができる。当社では、1980年代から音声認識に取り組み、これまでに電話系音声認識やカーナビ用音声認識で評価を得ている。しかし、いまだに利用領域が限られているのは、発声できる内容が限定され、認識でも、音のパターンとしての判定をしているため、ユーザーからは、“目標→発声可能な音声コマンドの選択→発声”という大きな心理的な滞があること、また、誤認識が生じたときのシステム挙動をユーザーが理解できない場合が生じるためである<sup>(3)</sup>。これらの問題を解決するための、意味理解、対話文脈処理、言い方に限定のない音声検索に取り組むとともに、その評価にも注力している。これらの技術によって、利用分野をさらに拡大する予定である。

### 3.3 グラフィックス技術

グラフィックスでの情報提示は、テキストなどに比べ、情報量が豊かで、利用者の直感的理解が容易である。これは、コンシューマー製品に限らず、プラントの運転制御、監視システム、工業システム、リモコンなどの小型デバイスにも広く求められている。パソコンなどではすでにごくあたり前に扱えるようになっているグラフィックス処理も、工業システムや組み込み機器などのハードウェア資源では、実現が困難である。そこで、小型機器に適用可能なグラフィックスエンジンを開発している。このような小規模システムから、定評のあるデジタルサイネージ、パブリックビューの大型映像システムまでの映像技術に取り組み、あらゆるシステムに高度なグラフィックス情報表現、映像コンテンツを提供している。

また、道路地図や路線図では、ユーザーが知りたい位置関係などに注目し、不要な情報を削除し、実際の図からデフォルメ図を作成する技術など、情報の表現技術にも取り組んでいる。

### 3.4 画像・映像処理技術

当社は映像符号化技術に高い技術を保有している。この符号化技術を基盤として、画像の同定技術と電子透かし技術<sup>(4)</sup>等、マルチメディアコンテンツの管理、効率的活用の研究開発に取り組んでいる。さらには、映像情報と各種のセンサ情報を統合し、高精度の三次元地図データベースを作成する取り組みは、莫大な情報の構造化、関連付けの技術として、今後も注力する予定である。

## 4. 特集号の概要

この特集号に掲載の論文について概要と、上に述べた要求、課題との関連を示す。

最初に、“空調リモコンのHMIデザイン”について述べる。エアコンでは、省エネルギーと快適性の両立が求められている。現在のエアコンには、各種のセンサが搭載され、詳細な制御が可能となっているが、複雑な操作インタフェースではユーザーは快適な運転をすることはできない。そこで、当社では、エアコンのメニューを、機器の操作や機能の表現ではなく、ユーザーの“～したい”という目標と、それによって得られるメリットで表現し、インタフェースを再構築した。ユーザー意図に着目し、高い操作性を実現した設計事例である。

次に“車載機HMIのユーザービリティ評価手法”における、評価方法の基盤研究について述べる。車載機では、安全な運転を確保するために、操作の認知負荷を低減する必要がある。先に述べたように、認知負荷評価は容易ではないが、ここに述べるように、種々の方法を検討しその成果を蓄積している。実際の車載機の開発ではこれらの研究に基づいた評価を行い、インタフェースデザインを実施して

いる。その一例が“入力支援技術”である。少ない操作で目的の施設名が入力できるよう、デザイナーと、情報処理技術者が共同で開発した事例である。

次に、映像情報を含むマルチメディア情報を分かりやすく提示する応用例として“技能伝承システム”について述べる。映像情報の高度な活用によって、技能という形式化しにくい対象を効率的に伝承しようという試みである。

ヒューマンインタフェースを実現するための基盤技術として“音声検索技術”“音声合成技術”について述べる。音声認識で認識可能な話し方が限定されるという問題を、音声処理と、言語検索技術を有効に組み合わせることで解決している。また、音声合成は当社の家電における“使いやすさ”の基本コンセプトである“らく楽アシスト”で操作手順を声で知らせる音声ガイドに使用されている。

“3Dタッチパネル技術”は指の近接を検知できるユニークな技術で、今後の種々の応用が期待される。

視認性が高いグラフィックスを提供するための技術の基盤となる“ベクターグラフィックス技術”と、理解しやすい表現技術である“図形のデフォルメ技術”について述べる。組み込み機器から各種の大規模映像システム、今後の期待が高いデジタルサイネージまで、高い情報表示技術が適用されている。

最後にマルチメディアコンテンツの特徴抽出、構造化技術として“画像同定技術”と“モービルマッピング技術”について述べる。ユーザーにとって大量のデータの構造化、関係性抽出を行うもので、将来のオブジェクトの抽出や、意味抽出に向けて、今後も研究開発に注力する予定である。

## 5. む す び

ヒューマンインタフェース技術を概説し、当社の取り組みの一部とこの特集号の掲載論文を概観した。大量コンテンツがネットワーク上にあり、クラウド上のサービスが利

用できる今日の情報通信システムでは、機能が製品の価値ではなく、情報・サービスと人をどのように関係づけるか、情報の関係性抽出・構造化によっていかに情報をユーザーの要求に応じて提供できるか、この広い意味でのヒューマンインタフェース技術こそが、製品の価値を決めると考えている。

これを考える上で、巻頭言は興味深い。設計者(先生)の理論で機能(知識)を提供するのではなく、利用者(子供)の要求を満たすピースを提供すれば(自分が納得できるストーリーを作れば)、それはまさに、ユーザーエクスペリエンスとして(自分の知識として)定着し満足を提供できるものになるのかもしれない。子供におけるロボットの役割は、情報通信システムではヒューマンインタフェースであり、また、将来はそれが、形のあるロボットとして実現されるのかもしれない。

今後も、使いやすさの追求のため、基盤となるメディア処理から、インタフェースデザインとその評価まで一貫した研究開発を継続する。

## 参 考 文 献

- (1) ノーマン, D.A: 誰のためのデザイン? - 認知科学者のデザイン原論, 新曜社認知科学選書 (1990)
- (2) 若松正晴, ほか: 三菱電機デザイン研究所におけるユーザビリティ活動, ヒューマンインタフェース学会誌, 4(4), 207~212 (2002)
- (3) 石川 泰: UI設計とユーザビリティ: 音声インタフェースの課題(音声認識実用化に向けて), 情報処理学会研究報告. SLP, 音声言語情報処理 2007(103), 35~40 (2007)
- (4) 菅井豊和, ほか: 画像データ量を抑えるメタデータ電子透かし方式, 電子情報通信学会総合全国大会講演論文集, 2011年\_情報・システム(2), 6 (2011)