

4 新しいメディア環境の創造に向けて

4-1 デジタルコンテンツの高度利用に関する研究

4-1 Research on Interactive Communication Media and Contents

門林理恵子 宮森 恒 山崎達也 金谷一朗 熊本忠彦 ミンミンセイン
Rieko KADOBAYASHI, Hisashi MIYAMORI, Tatsuya YAMAZAKI, Ichiroh KANAYA,
Tadahiko KUMAMOTO, and Myint Myint Sein

要旨

メディアインタラクショングループは、この4月に発足した新しい研究グループであり、世界各地に分散しているデジタルコンテンツを超高速ネットワーク経由で収集し、利用者個人の欲求や感情、感性に基づいて動的かつ個人適応的に展示する「電子博物館」の構築を目的としている。本稿では、当グループが取り組む研究課題について、その概要を述べる。

The Interactive Communication Media and Contents Group, which was established on last April, is aiming to develop a digital museum. In the digital museum digital contents collected via ultra high speed network from all parts of the world will be dynamically and adaptively displayed to a visitor based on the visitor's wants, feelings, and sense. In this article we describe the research subjects we are tackling.

[キーワード]

電子博物館, 情報考古学, 映像検索, サービス品質, ヒューマンコンピュータインタラクション
digital museum, virtual heritage, scene retrieval, quality of service, human-computer interaction

1 まえがき

近年、放送、出版、医療、教育、娯楽、通信分野をはじめとする様々な分野におけるデジタル化技術の急速な発展により、複数のメディアが統合された高度マルチメディア情報処理環境の構築に対する要望が強くなっている。特に、インターネットの普及により、ネットワークを介したデジタルコンテンツの利用が今後ますます増加すると考えられる。しかしながら、現在のデジタルコンテンツ処理技術では、今後一層多様化すると思われる提供や利用の形態、あるいは提供者、利用者の要求に応じることができない。例えば、デジタルコンテンツの作成者は、より効率的により正確にコンテンツを作成しようと望むが、実物体の3次元デジタルオブジェク

トの構築は、現在のところ、非常にコストがかかる作業である。また、コンテンツ提供者はコンテンツごとに適正な課金をしようとしても、そのようなフレームワークがないために、非常に大雑把な課金しかできない。これは利用者にとっても適正な価格で適正なサービスを受けるということができないことを意味する。

上記のような問題を解決して、デジタルコンテンツがインターネットでの流通に適した形で構造化できるようになり、大規模分散データベースに蓄積されるようになると、また別の問題が生じる。いかにして多量のコンテンツの中から利用者の要求に最も適したものを探し出して提供するかという問題である。従来の放送や新聞といったメディア、あるいは博物館、美術館での展覧会といった催しによる情報伝達は、不

特定多数の利用者を対象としていた。そのために、多様な利用者の細かなニーズの差に応えることが難しかった。デジタルコンテンツは、従来のメディアに比べ、提供者や利用者にとって、再利用が簡単という特徴がある。このような特徴を生かし、利用者の目的などに応じて個人適応させることが必要となってくる[1]。

このような現状を踏まえ、我々は、次世代の高速インターネット環境におけるデジタルコンテンツの創出・蓄積・加工・検索・流通及び個人適応のための、メディアに関する基盤的ソフトウェアと実証システムの研究開発を行う。具体的な研究課題は次のとおりである。

コンテンツ理解に基づく情報検索・要約技術

メディア情報に含まれる各種オブジェクト(人、もの、イベントなど)を自動抽出し、マルチモーダル情報を用いたインデキシングの自動化を目指す。そしてインデキシングされたコンテンツを対象とし、内容を検索及び要約する技術の研究を行う。これにより、例えば大量の映像コンテンツを短時間に効率よく閲覧することなどが可能となる。

メディア品質制御技術

ネットワークのみならず、情報端末や情報家電などのエンドシステムまでも含めた通信状況に応じ、利用者の要求に応じたメディア変換・フィルタリング・加工を行う技術やスケーラブルなメディア表現の研究開発などを行う。

サービスの個人適応化技術

知識水準や感性、興味、利用状況といった個人のコンテキストに応じて、メディアの品質や検索・表示インタフェースなどを変更したり、閲覧のプランニングを支援したりするエージェントに関する研究を行う。

デジタルアーカイブの構築技術

一般利用者の鑑賞や専門家の研究に耐え得るデジタルアーカイブの構築技術の研究を行う。特に実物体の高精度な3次元モデルの効率的作成技術やデジタルデータのネットワーク流通の枠組み(モデル)の研究を行う。実空間の博物館や収蔵品と、ネットワーク上の仮想展示、デジタルコンテンツ、更にリアルタイムの映像(例えば発掘現場の中継など)を結び、

モノと情報、過去と現在を自由に操作できる拡張現実感環境のシステム構築を行い、要素技術の集大成と評価を行う。

以下、各研究課題について、その概要を述べる。

2 情報検索と要約

インターネット社会の発展とともに、映像・音響・言葉を基本とする様々なメディア情報が大量に流通し、随所に蓄積されつつある。しかし、利用者の視聴時間には限界があるため、これら大量のメディア情報の中から、本当に自分に必要な情報だけを効率的に取り出し、利用するための技術が不可欠となる。情報検索とは、大量のメディア情報から各種マルチモーダル情報(行為や状態、人、ものなど)を自動抽出し、利用者の必要とする特定部分だけを素早く提示するための技術である。要素技術としては、各メディア情報に対する自動インデキシング(印づけ)や、標準化された意味表現形式での記述・探索技術などが挙げられる。一方、情報要約とは、長時間のメディア情報を短くまとめて提示するための技術であり、要素技術としては、メディア情報が表現している意味内容(直接的な意味、間接的な意味、裏の意味など)を記述するための技術及びその記述を短縮して分かりやすい形式で提示するための技術が挙げられる。

映像を例にとってみよう。例えばデジタルテレビで録画した90分のサッカー映像があった場合、これら検索・要約技術を使うと、利用者が指定したシュートシーン、ゴールシーンなどの特定場面の候補を全試合映像から検索したり、利用者が与えた要約時間内(例えば5分など)に試合をまとめたり、ハイライト映像だけを視聴できるようになる。

我々はこれまでに、映像中の人物などの「動作」に着目することでこのような内容検索を可能とするシステムを提案している[2][3]。従来から利用されている色、形、テクスチャ、カメラ動作といった映像特徴は汎用映像に広く適用できる利点がある一方、低レベルの映像特徴しか表現できず、映像内容を人間が解釈するのと同じようなレベルで表現するのは極めて難しいと

いう欠点があった。これに対し、我々のアプローチは、映像中の人物などが行う「動作」を明示的にインデックスとして用いることで、人間の理解に近い方法で検索を実現しようとするものである。図1に20秒程度のサッカーシーンにおける主要な選手の動きを黒細線で、ボールの動きを赤太線で示す。これらは、実際のサッカーシーンから各対象物を抽出し、次にカメラの動きパラメータを自動抽出して各対象物のフィールド上での動きを再現したものである。また、図2は、サッカーにおける動作インデックスである。各インデックスは、動作の変化点を記述境界とし、同定した動作IDを最小単位として記述されている。図中、(A)(B)はチームを表し、Obj.Xはボールを表す。図3は、サッカー映像のコンテンツ検索において入力可能な検索キーワードの一覧であり、検索キーとして「ゴール」が選択されている。図中の「個人動作」は、選手個人に与えられた動作インデックスから検索される。一方、「攻撃イベント」と「守備イベント」は複数の選手による関係からなるイベントであり、複数の選手間の距離、配置、動作の順序によって検索される。図4は、ゴールの検索結果が得られた様子である。ゴールを含む映像シーンの先頭画面が表示されており、用意した映像シーケンスからゴールシーンが四つ抽出できたことを示す。それぞれの先頭画面をクリックすると、その映像シーンが再生される。

以上のアプローチを基本として、我々は次のような項目について研究を進める予定である。

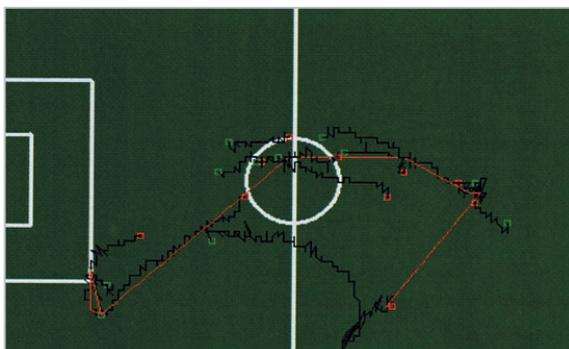


図1 サッカーにおける対象物の抽出

黒細線：主要な選手の動き
赤太線：ボールの動き

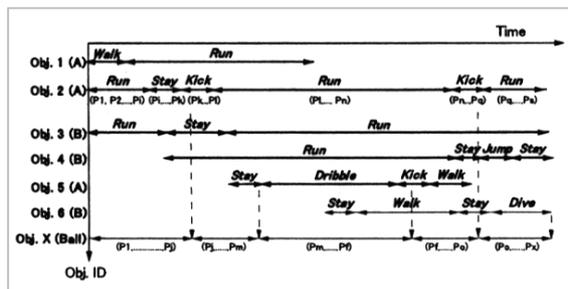


図2 サッカーにおける動作インデックス



図3 検索入力画面



図4 特定シーンの検索結果

映像のオブジェクト抽出

映像を構成するオブジェクトごとに分割することは、検索に必須な技術であるだけでなく、オブジェクトごとに加工処理を行ったり、サービス品質を制御したりする上でも重要な技術である。我々は、ユーザあるいはシステムの意図に従ってオブジェクト抽出を行うた

めの技術を研究開発する。

マルチモーダル情報を用いたインデキシング

映像の情報だけでなく、それに付随する音声、音響情報を利用してインデックスを生成するための技術を研究開発する。例えばスポーツ映像などでは「ゴール」や「タッチダウン」「ホームラン」といった特殊なイベントが生じた時には、ひととき大きな歓声上がる。「歓声が大きい」という音響情報を利用することで、「ゴール」シーンの検索などに必要なインデックスがより安定的に抽出できるようになることが期待できる。

ユーザ理解を支援する提示技術

大量のデータの内容を短時間でユーザに理解させるための技術である。具体的には、長時間にわたるコンテンツの内容を階層的に記述するための意味表現方式及びその記述を端折って提示するための手法を研究開発する。また、実写とCGとの合成による分かりやすいシーン再現技術、実際にはあり得ない位置・角度からのマルチビューシステム等の提示技術も含まれる。

これらの研究により、次のような応用が可能になると期待できる。

■**教育への応用1**：スポーツや芸術分野における模範的演技を取めた映像データベースから、注目したい特定シーンを素早く生徒に例示できる。また、検索した模範演技と生徒の演技をその場で比較表示できる。意味レベルでの柔軟な検索機能及び多角的な表示機能による教育効果、人材育成への貢献が期待できる。

■**教育への応用2**：歴史的・文化的に重要なコンテンツ（歴史的瞬間の映画・音楽など）を用いた教材の作成。内容を要約表示したり、質問に答えたり、関連する情報を自動表示する。誤解や分かっていない状態を検知し、関連情報の表示レベルを動的に変化させるなどの対応ができる。教育効果への貢献が期待できる。

■**監視への応用**：多数カメラ及びセンサを配置し、希少生物の生態を監視し、あらかじめ了解したものと異なる行動を自動検知できる。また、3次元情報・テキスト情報を入力、運動モデル生成を行うことで、生物の高解像度デジタル保存も可能になる。地球規模でのデ

ータベース化及びコンテンツ共有化が期待できる。

■**モバイルコンテンツサービスへの応用**：限られたサイズの表示画面にポイントとなるシーンだけを選択的にパッケージ化し、配送・再生する機能。要約画面を作成し、それだけをモバイル端末に表示するだけでもよい。番組全体は、家のデジタルテレビに録画されている、等。

3 サービスの個人適応と品質制御

デジタルアーカイブはネットワークを通してより多くのユーザに利用してもらうことにより、日常生活の中において知の共有が行え、その社会的な価値がより高まるものと考えられる[4]。ネットワークを経由したデジタルコンテンツの提供を考える場合、情報発信者からの一方的かつ形式的なコンテンツ提供ではなく、各利用者に適応した情報提供が今後ますます求められる。すなわち、利用者個々人の異なる欲求、好みや感情、感性を解釈し、それに基づいてデジタルコンテンツの検索や呈示形式の選択を行う技術や、ユーザの利用している通信環境に応じてデジタルコンテンツの加工やサービス変換を行う技術が必要となってくる。これらの要素技術をもとに、異種・複合ネットワーク上に分散している様々なデジタルアーカイブを、個々の主観レベルや利用状況に応じた品質で利用できるように新たなサービスの創出を目指し、上記の要素技術の研究を行い、それらを統合したシステム開発を行っていくことが本プロジェクトの一つの目標である。更には文献[5]で指摘されているように、そのシステム上でいかにして人とシステム、あるいは人と人のインタラクションが行われ、それらが新たな知の創出といかに関連付けられるものかを研究することは、今後発展していくネットワーク社会において大きな意義を持つものと考えられる。

利用者個々人への適応としては以下のような要素技術の研究が重要となる。まず、利用者がどのような情報を必要としているのかを利用者の最小限の入力（利用者の発話やシステムとのインタラクションなど）から適切に判断するための

技術である。これは主としてHCI (Human Computer Interaction)の領域で研究されてきた人間とシステムとのインタラクションに相当する。また、人間自身の思考パターンや感情のあり方の分析が必要であり、感性工学[6]とも関連性が高い。さらに、利用者の要求の解釈結果に基づいて、ネットワーク上にある様々なリソース(例えばデジタルアーカイブ)からコンテンツを検索するための技術、検索されたデータを動的に体系づけ個人に適した形式で表示するための技術が必要となる。

個人への適応に加えて、ネットワークを利用した情報コンテンツ流通に重要となるのは、各ユーザの通信環境に適応したサービス提供である。ここで通信環境とはネットワークインフラストラクチャだけでなく、ユーザの利用する端末(エンドシステム)を含み、また、ネットワークとしてインターネット上のIP通信を対象とする。

インターネットはそもそも多数の自律的なドメインの連携によって構成されている分散ネットワークであり、一般にどのような経路を通るかにより提供されるネットワーク品質が動的に異なる。ここでネットワーク品質とは伝送速度、伝送遅延、誤り率等をいう。特に昨今ブロードバンド技術の進展が目覚ましいが、コアネットワークとアクセスネットワークの品質ギャップは依然としてあり、このギャップを埋めシームレスな通信を実現することが、より高度なサービス品質の実現に必要なと考えられる。

また、ネットワーク上ではパケット化されて伝送されてきたデジタルビットも、ユーザの利用する端末上ではより意味のある情報となる。端末も高機能な処理能力と豊富なハードウェアリソースを備えたデスクトップ型のパーソナルコンピュータから、モバイル環境からインターネットに接続する携帯端末のような限られたハードウェアしか持たないものもある。コンテンツをよりユーザの望むべき姿で提供するためには、情報を処理しユーザに提供するアプリケーションに関連付けてアプリケーション品質を定義し、端末のハードウェアリソースの制約を考慮した上でアプリケーション品質を制御する技術の研究が重要となる。

情報発信側から受信側まで一貫した、いわゆるエンド-エンドの品質制御を行うことは情報通信システム全体のリソース利用効率を高めるために重要であり、そのためにネットワーク品質とアプリケーション品質を連携した品質制御技術の研究が不可欠である。その一つの要素技術としてQoSマッピングの研究[7]がある。QoSとはQuality of Serviceすなわちサービス品質のことであり、階層間やメディア間で異なるQoSパラメータの関連性を明らかにし、QoS制御に反映することがQoSマッピングにおける一つの重要な課題である。また、最上位のユーザQoSはユーザの知覚レベルにおける主観評価に関連しており、ユーザQoSを用いて実現されたアプリケーション品質がユーザにとって真に望ましいものであるかを考慮することは、利用者の個人適応技術と密接に関係して、より心の通ったきめ細かい情報通信サービスの実現に資するものである。

4 バーチャルヘリテイジのための3次元形状計測

4.1 バーチャルヘリテイジとは何か

「情報考古学」という言葉は1995年ごろから使われ始めた、情報科学と考古学の学際領域に芽生えた新しい学問体系の呼び名である。特に、遺跡や遺物など歴史的文化的遺産をバーチャライズ(仮想化)する研究(及びその成果である、バーチャライズされた遺産)を「バーチャルヘリテイジ(仮想化遺産)」と呼ぶ。

では、バーチャライズするとはどういうことであろうか。バーチャライズとは、実在する物体を仮想的に再現するに十分な情報をその物体から抽出しておくことである。実在の遺産から(仮想の)バーチャルヘリテイジを構築するには、一般に対象の3次元形状、表面の光学特性、質感などをモデル化しておくことが多い。

現実の遺産からバーチャルヘリテイジを構築するメリットは次のような点である。

【恒久的保存】 遺跡、遺物などは劣化を免れないが、ひとたびバーチャライズしてしまえばその形状や表面特性(模様など)が永久に失われることはない。

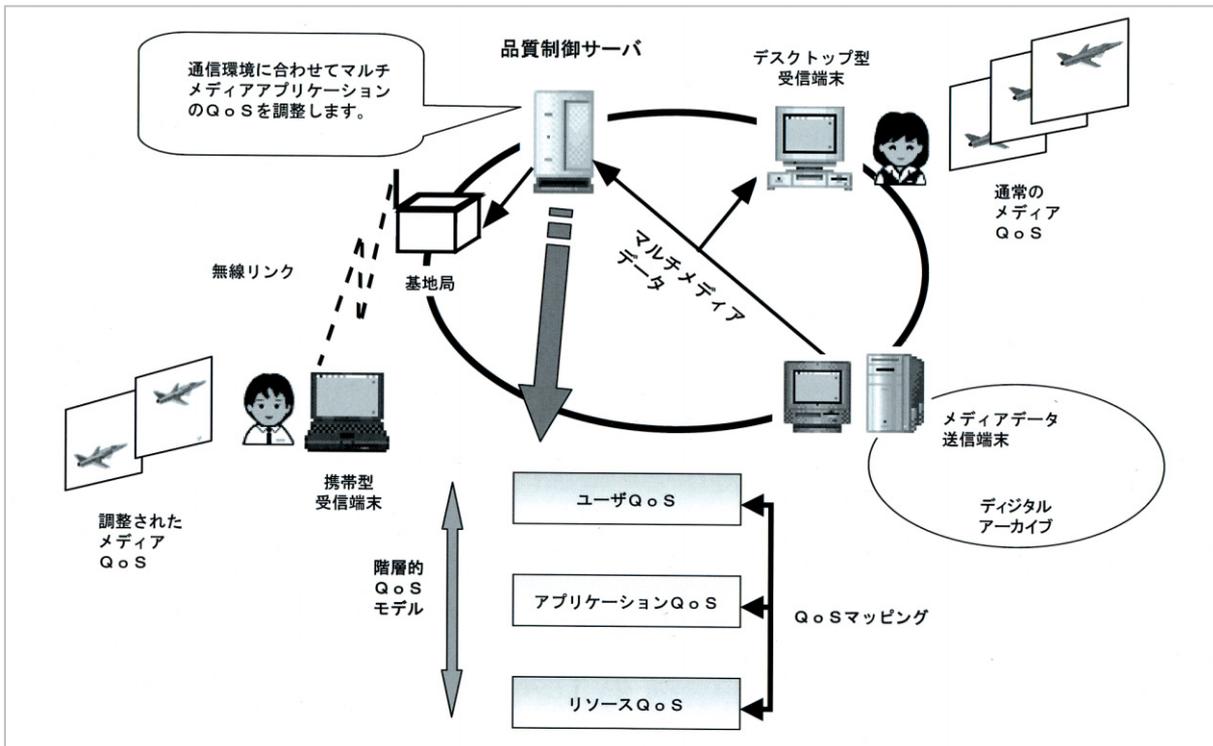


図5 デジタルコンテンツ流通のための品質制御

【普遍的開示】 遺跡、遺物などの実物は現地や博物館に足を運ばなければ見ることができないが、バーチャライズされた遺跡、遺物はインターネット等のコンピュータネットワークを通じて全世界に配信可能である。

【学術利用】 考古学者は、例えばバーチャライズされた窯跡から焼成部などの容積を容易に計算可能である。もし窯跡がバーチャライズされていないならば、考古学者は窯跡の四方を塞ぎ、水を流し込まなければその体積を測定することはできないだろう。

このように、現実の遺跡、遺物をバーチャライズするメリットは数多い。一方、最近よく見かける、現存しない天守閣の想像図CG等はバーチャルヘリテイジとは呼ばない。なぜなら、想像図はあくまでも想像図であるのに対し、バーチャルヘリテイジは現実に存在する遺跡、遺物をデジタル化するものであるからである。

4.2 バーチャルヘリテイジの構築

前述のとおり、バーチャルヘリテイジとは現実の遺跡、遺物をバーチャライズしたものである。バーチャライズとは、実在するオブジェクトをコンピュータの都合のよいようにモデル化

し、そのモデルをコンピュータ上に保存し、ユーザに対してそのモデルがあたかも現実であるかのように提示することである。遺跡、遺物にとって最も重要な特性はその形状であり、次いで表面の模様であり、更には表面の質感といったものである。また、出土時の状況といった付帯情報も重要である。これらの情報をデジタル化すれば、すなわちバーチャルヘリテイジの構築を行うことができる。そのためには、効率よく、なおかつ正確に遺跡、遺物の3次元形状を取得する必要がある。また、遺跡、遺物はその保存状態から機械的な接触が好ましくない場合もあり、非接触形状計測が求められる場合も多い。

これらの条件を踏まえ、我々は高効率、高精度な3次元計測手法の研究を進める予定である。具体的には、長距離、中距離、近距離などの計測レンジに合わせて別種の距離センサを用い、別々に得られた解像度の異なる形状データを計算機上で統合するマルチセンサフュージョン法の開発等を中心に研究を行う予定である。

5 むすび

本稿では、当グループが取り組む研究課題に

ついて、その概要を述べた。優れたデジタルコンテンツを容易に作成でき、ネットワークなどを利用して多くの人々がバーチャルヘリテージ等のコンテンツに接することができるようにするためには、広範囲にわたる要素技術の開発と、最終利用者のニーズを想定したシステム開発と

が求められる。これらは一見相反することのようだが、人々の生活を豊かにするために情報技術はどのように役立つのかという問題であるということを心に留めておけば、おのずと両者のバランスの取り方が見えてくるものと考えている。

参考文献

- 1 Rieko Kadobayashi, Yuya Iwakiri, and Kenji Mase, "Personalizing the Museum Exhibitions: Arrangement Issues," to appear in Veljko Milutinovic and Frederic Patricelli eds. *Electronic Business and Education: Recent Advances in the Internet Infrastructure*, Kluwer Academic Publishers.
- 2 H. Miyamori, T. Echigo, and S. Iisaku, "Proposal of Query by Short-time Action Descriptions in a Scene," IAPR Workshop on Machine Vision Applications, 3-18, pp.111-114, 1998.
- 3 M. Kurokawa, H. Miyamori, S. Iisaku, et. al., "Representation and Retrieval of Video Scene by Using Object Actions and Their Spatio-Temporal Relationships", IEEE Signal Processing Society 1999 International Conference on Image Processing (ICIP-99), Oct., 1999.
- 4 坂村健, "デジタルミュージアム—コンピュータを駆使した新しい博物館の構築", 情報処理, 39, 5, pp.385-392, May, 1998.
- 5 西田豊明, "コミュニティの知識創造を支援するインタラクティブなメディアをめざして", 情報処理, 41, 5, pp.542-546, May, 2000.
- 6 原島博(監修), "感性情報処理", オーム社, 1994.
- 7 T. Yamazaki and J. Matsuda, "On QoS Mapping in Adaptive QoS Management for Distributed Multimedia Applications", Proceedings of ITC-CSCC'99, 2, pp.1342-1345, Jul., 1999.



かどばしりえこ
門林理恵子

情報通信部門 けいはんな情報通信融合研究センターメディアインタラクシ
ョングループ主任研究員 博士(工
学) 博物館応用、情報考古学



やまざき たつ や
山崎達也

情報通信部門 けいはんな情報通信融合研究センターメディアインタラクシ
ョングループ主任研究員
マルチメディア通信



くまもと ちか ひこ
熊本忠彦

情報通信部門 けいはんな情報通信融合研究センターメディアインタラクシ
ョングループ主任研究員 博士(工学)
ヒューマンコンピュータインタラクシ
ョン



すがもり たかし
菅森 愷

情報通信部門 けいはんな情報通信融合研究センターメディアインタラクシ
ョングループ研究員 博士(工学)
画像理解、パターン認識、ビジュアル
通信



かぬや いちろう
金谷一朗

情報通信部門 けいはんな情報通信融合研究センターメディアインタラクシ
ョングループ専攻研究員 博士(工
学) 画像処理、情報考古学



Myint Myint Sein

情報通信部門 けいはんな情報通信融合研究センターメディアインタラクシ
ョングループ専攻研究員 博士(工学)
3次元形状復元に関する研究