

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月 9日現在

機関番号：32714
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23700131
 研究課題名（和文） 拡張現実UIを備えた情報推薦システムにおける情報閲覧・獲得行動モデルの構築
 研究課題名（英文） User Modeling of Information Browsing and Acquiring Behavior on Information Recommender System with Augmented Reality User Interface
 研究代表者
 鷹野 孝典（TAKANO KOSUKE）
 神奈川工科大学・情報学部・准教授
 研究者番号：40434419

研究成果の概要（和文）：本研究において、拡張現実 UI を対象とした情報配信基盤を構築し、モバイル端末上で動作可能な応用ソフトウェアを実現することができた。実証実験では、生態系フィールドワーク学習のための拡張現実 UI を備えたモバイル学習システムを用いた実験、及び屋内測位機能を備えたモバイル地図情報システムを用いた実験を実施した。実証実験の評価に基づき、本研究において実現した情報配信基盤が実際的なシステムとして利用可能である事の見通しを得る事ができ、当初の研究目標を達成できた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we constructed an information service framework for augmented reality user interface (UI), and implemented application software for mobile devices. In the experiments, we performed “experiments using a mobile learning system with augmented reality-based UI for the fieldwork of eco-system” and “experiments using a mobile geo-information system with an indoor positioning function.” Based on the experimental results, we received the perspective that our information service framework and mobile software would be of service to end-users as a practical system, and could achieve our research aim.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：モバイルシステム、情報獲得行動モデル、データベース、情報推薦システム、拡張現実感

1. 研究開始当初の背景

モバイルユーザを対象とした高度な情報発信・情報サービス提供が盛んとなっている状況において、モバイル通信環境における情報閲覧・獲得行為は、モバイルユーザにとってますます重要になりつつある。拡張現実 (Augmented reality, AR) ユーザ・インタフェース (以下、UI) は、カメラ等から取得される現実映像上に、関連のある情報オブジェクトをコンピュータグラフィクス (以下、CG) 等のマルチメディア形式で重ねて描画することにより直感的で効果的な情報可視化を提

供するものであり、屋内外のナビゲーションやデジタル広告配信等の分野において、次世代型の情報閲覧 UI として期待されている。モバイルユーザを対象とした情報配信における重要な課題は、このような AR 技術を用いた新しい情報閲覧 UI のための情報コンテンツ配信方式の確立とともに、モバイルユーザの行動コンテキスト (時間・場所・意図・関心等) の算出結果に基づいて、個々のモバイルユーザの現在の状況に適した情報コンテンツの提供機能を実現することである。このために、モバイル通信環境における情報開

覧・獲得行動履歴等をデータベースに蓄積するためのプロファイリング技術や、個々のモバイルユーザの情報嗜好を抽出するための情報閲覧・獲得行動モデルの構築が不可欠となっている。しかしながら、AR技術を用いた新しい情報閲覧UIを使用するモバイルユーザの情報閲覧・獲得行動をモデル化するために、下記のような問題点や課題がある。

(1) 情報閲覧・獲得行動パターンに関する個人差等から、必ずしも情報閲覧・獲得行動と情報嗜好の間に有意な関連性があるとは限らない。特定の情報閲覧・獲得行動に要した時間や、その繰り返した頻度の情報等を対象としたデータマイニング・アルゴリズムを適用するのみでは、個々のモバイルユーザからの望ましい情報嗜好の抽出は困難である。

(2) AR技術を用いた次世代型の情報コンテンツ配信システムは、国内・海外においても既に様々なアプリケーションが開発され、地域レベルでの実証実験も進められている。しかし、AR技術を用いたモバイル情報機器への情報配信を対象とした情報表現や情報伝達の効果を実証的に検証するための評価プラットフォームは実現されておらず、モバイルユーザの情報閲覧・獲得行動モデルを確立するに至る実証実験もなされていない。

2. 研究の目的

本研究では、モバイル通信環境における個々の利用者の情報閲覧・獲得行動プロセスを(P1)現実空間の行動プロセス、(P2)情報閲覧・獲得行動プロセス、(P3) (P2)に起因する利用者の実際の行動プロセスにより連続的に構成されるものと捉え、(P1)~(P3)のプロセスに内在する情報嗜好に基づいた関連性を定量的に評価可能な実証実験システムを実現するとともに、拡張現実UIを備えた次世代型の情報コンテンツ配信システムの利用者を対象とした情報閲覧・獲得行動モデルを実証実験により導出し、提案することを目的とする。

本研究により明らかにされる情報閲覧・獲得行動モデルを、拡張現実UIを用いた次世代の屋内外ナビゲーションやデジタル広告配信等の応用分野に適用することにより、移動とともに刻々と変化する利用者の行動コンテキストから抽出される個々人の情報嗜好に応じた、情報コンテンツ配信および情報サービス提供が実現可能となる。

3. 研究の方法

- (1) 図1に示される拡張現実ブラウザへの情報配信機能を備えた評価プラットフォームにおけるソフトウェア・コンポーネント群および各機能群の設計および実現を行う。
- (2) 構築した評価プラットフォームを用いた

被験者数名による動作実験および実証実験を行う。

- (3) 実験結果の定量的・定性的分析に基づいて、拡張現実ブラウザを利用するモバイルユーザを対象とした情報閲覧・獲得行動モデルの導出を目指す(図2)。

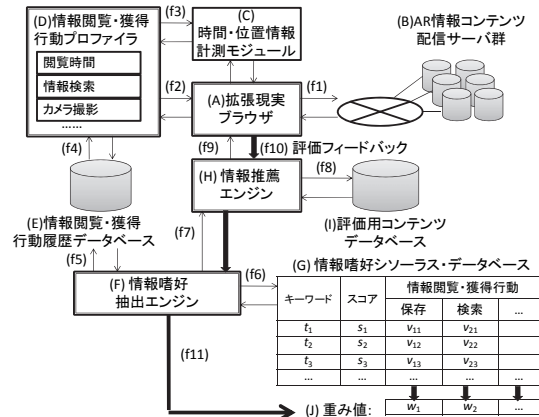


図1: 評価プラットフォーム構成図

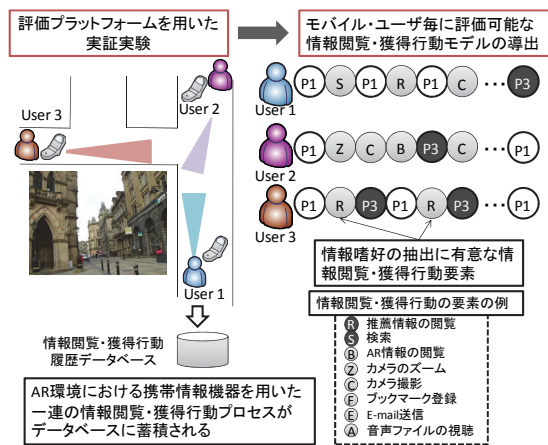


図2: 情報閲覧・獲得行動モデルの導出

4. 研究成果

拡張現実UIを対象とした情報配信基盤を構築し、モバイル端末上で動作可能なアプリケーションソフトウェアを実現することができた。実証実験では、生態系学習を対象として実装したプロトタイプを用いた実験により、3次元CG形式の生態系学習コンテンツを対象とした利用者の興味や関心に応じた情報配信機能が有効に機能する事を確認した。また、屋内測位機能を備えた地図情報システムを用いた実験において、利用者の情報閲覧行動と空間行動の関連性評価を目的として実現したナビゲーション機能が適切に機能する事を確認した。これらの実証実験の評価に基づき、本研究において実現した情報配信基盤が実際的なシステムとして利用可能である事の見通しを得る事ができ、当初の研究目標を達成できた。

本章では、本研究の主要な研究成果として、下記の3点のシステム及び関連する機能群について述べる。

- 生態系フィールドワークのための拡張現実 UI を備えたモバイル学習システム
- 3DCG コンテンツを対象とした「先読み」機能を備えたキャッシュ管理機能
- 音声情報から抽出した利用者の情報嗜好に基づく個人プロフィール構築機能

(1) 生態系フィールドワークのための拡張現実 UI を備えたモバイル学習システム

拡張現実 UI をフィールドワークの際の情報表示手法として適用することにより、実地調査に関する情報を収集する場合等において、インタラクティブ性が高く、利用者の想像力を喚起するような情報配信機能を提供できる。本研究では、このような拡張現実 UI における 3 次元 CG の操作・閲覧履歴から個人の情報嗜好抽出可能であることに着目し、拡張現実 UI 上への情報配信機能を備えた、生態系フィールドワークのためのモバイル学習システムを提案する。

本システムのプロトタイプ概要図を図3に示す。本プロトタイプにおける拡張現実 UI を AR ブラウザと呼ぶ。AR ブラウザは、3DCG モード(図4(a)), 探索モード(図4(b)), 検索モードの3つのモードより構成される。

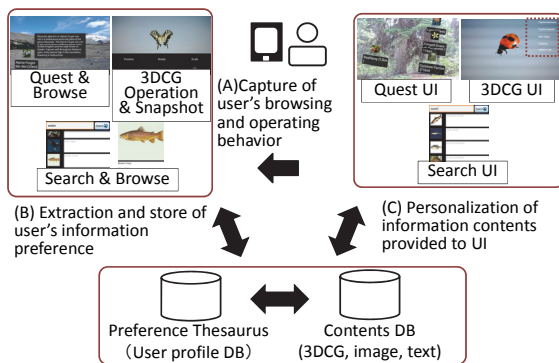


図3: 学習システム概要図



図4: スマートフォン上でのARブラウザの例

3DCG モードにおける閲覧・操作の様子を図5に示す。3DCG モードでは、UI 上に表

示された 3DCG に対して、移動 (Transfer), 拡大縮小 (Scaling), 回転 (Rotation) のオブジェクト操作に加え、3DCG とカメラ映像を合成したスナップ撮影を行う事ができる。また、探索モードでは、観測可能と推定される動植物の情報をエアタグ形式で提示しており、エアタグをタッチ選択する事により選択された動植物に関する説明文を画面上に表示する。検索モードでは、利用者が検索語を入力する事により、動植物データの検索結果を表示する。利用者は、表示された検索結果のリストから関心のあるデータをタッチ選択することにより、選択した動植物データの詳細情報を閲覧することができる。以上の各 UI における利用者の閲覧・操作履歴は、コンテンツに関連付けられたメタデータと共に、Preference-Thesaurus DB 上に格納される (図3(B))。

実験では、4 人の学習者について、165 回の閲覧・操作行動からなる、個人プロフィールを構築した。学習者の嗜好の変化から推薦結果が個人化されているかを評価するため、構築した各学習者 i の個人プロフィールを時系列に沿って等分割し、それぞれ $p_{i1} \sim p_{i5}$ とした。実験結果の一部として、user1 の個人プロフィール $p_{11} \sim p_{15}$ を適用して構築した情報嗜好シソーラスを用いてランキングした時の上位 10 件における動植物データのクラス分布を図6に示す。この結果において、学習者は昆虫にも興味を示し始めていることがわかる。これは、例えば、学習者が魚の捕獲に興味があり、魚の餌になりそうな昆虫を調べ始めたためと考えることができる。

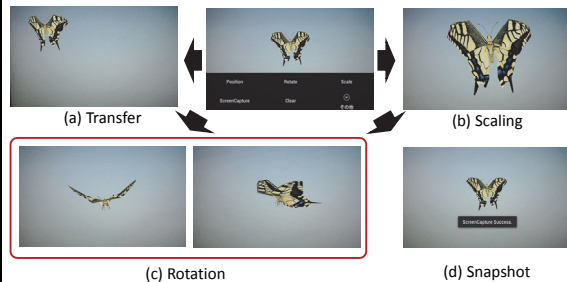


図5: DCG を対象とした操作: (a)移動, (b)拡大縮小, (c)回転, (d)スナップ撮影

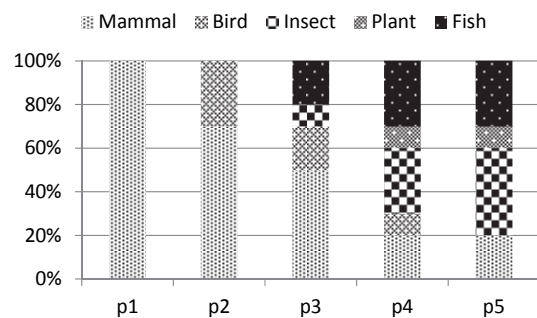


図6: 実験結果 (上位 10 件のクラス分布)

(2) 3DCG コンテンツを対象とした「先読み」機能を備えたキャッシュ管理機能

モバイル・ネットワーク通信を利用した情報コンテンツの閲覧において、通信データ量や消費電力のコスト削減の実施が重要である。通信データ量の削減には、キャッシュの利用やデータの圧縮が有効である。しかしながら、従来の先読み方式では、利用者の情報嗜好とは無関係な情報コンテンツも、バックグラウンドにおいてネットワーク経由で取得しようとするため、利用者が意図せずにモバイル端末の通信帯域や消費電力を浪費してしまう事が考えられる。

本研究では、拡張現実 UI における 3 次元 CG 操作・閲覧行動に基づいたキャッシュ管理方式を提案する (図 7)。本方式は、利用者の 3 次元 CG を対象とした移動・回転・拡大縮小・スナップショット撮影等の操作・閲覧行動に基づいて利用者の興味や関心のある分野を抽出する事により、利用者の情報嗜好に合致する 3 次元 CG キャッシュを「先読み」し、優先的にメモリやディスク上に配置する方式である。本方式により、拡張現実 UI を備えた情報配信システムにおいて、利用者に効率的に 3 次元 CG コンテンツを提示する事が可能となる。

実験では、6 人のユーザ user1~user6 についての個人プロフィールを作成し、先読みキャッシュのヒット率を計算することにより機能評価を行った。操作対象となるデータは、独自に構築した動植物に関する約 207 件のデータを使用した。ユーザが操作対象とした 3 次元 CG を変更した回数を N 、先読みキャッシュ中に変更した 3 次元 CG が含まれている回数を N_s とし、ヒット率 $= N_s / N$ として計算する。実験結果 (図 8) により、3 次元 CG の基本操作の頻度に基づいて情報コンテンツを利用者の情報嗜好に応じて「先読み」キャッシュする事が実現可能である事を確認できた。

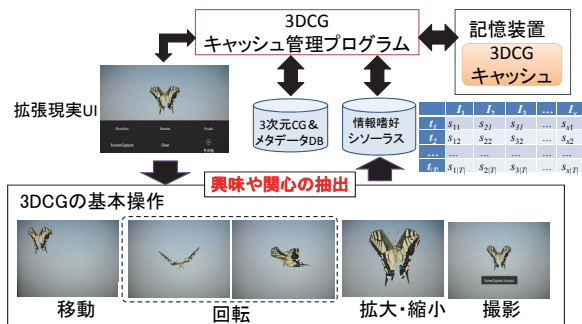


図 7: 「先読み」キャッシュ管理機能の概要図

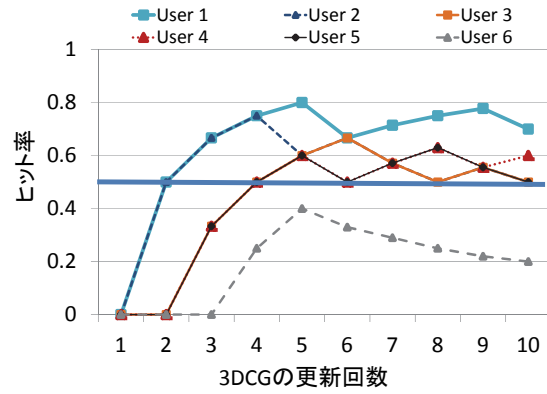


図 8: 実験結果 (ヒット率)

(3) 音声情報から抽出した利用者の情報嗜好に基づく個人プロフィール構築機能

近年のモバイル機器は、ビデオカメラ、マイク、タッチセンサ、加速度センサ等の知覚センサを基本機能として備えており、直観的ないしは体感的なアプリケーション操作ができるユーザインタフェースの実装が可能となっている。このようなセンサ機能から収集したデータを分析することにより、利用者の暗黙的な情報嗜好を抽出し、個人プロフィールとして自動的に蓄積することができ、利用者の情報嗜好に応じたアダプティブな情報推薦に利用できる。

特に、音声認識の精度向上に伴い、音声情報をテキスト形式に変換し、音声の中の単語情報を抽出可能になっている。音声認識機能は、実用的に使用可能な程度に高精度となってきているが、しかしながら、100% の認識精度には至っていない。本研究では、音声認識結果として得られる単語群を精査することにより、利用者の興味・関心を示すと判断される単語群に重み付けを施して、自動的に個人プロフィール・データベースへ格納する方式を提案する (図 9)。

実験では 4 人のユーザを想定して、音声データの入力による個人プロフィールを作成した。それぞれのユーザについて、5 つの分野に興味や関心があると設定し、各分野に関係のある英単語について音声データにより入力を行った。入力した英単語数は、それぞれ約 300 程度である。図 10 に示す実験結果より、本機能により構築した個人プロフィールを用いて、利用者の興味や関心に応じた情報推薦が実現可能であることを確認できる。また、情報嗜好プロフィールに基づいた単語の重み付け・格納処理に加えて、情報嗜好プロフィール中に蓄積されたノイズ単語群のフィルタリング処理を施すことにより、情報推薦結果の適合率を向上できることを確認できた。

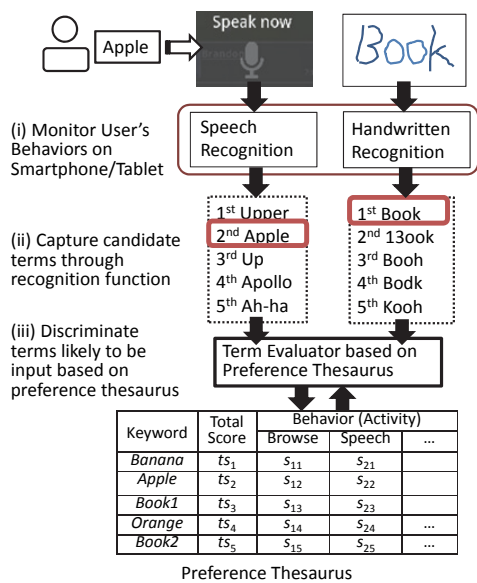


図 9: 音声情報に基づく個人プロフィール構築機能の概要図

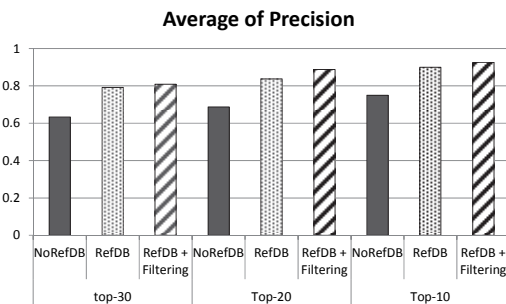


図 10: 実験結果 (平均適合率)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

(1) Kosuke Takano, Hiroshi Honda, and Kin Fun Li, User Preference Profiling based on Speech Recognition for Personalized Recommendation, Proceedings of the Seventh International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA 2012), 査読有, 2012, pp.308-315, DOI : 10.1109/BWCCA.2012.58

(2) Kosuke Takano and Kin Fun Li, The Framework of a People Recommender Based on a Time Series of User Preferences, Proceedings of the 2012 ACM International Conference on Information and Knowledge Workshop (CIKM2012 Workshop) on Data-driven User Behavioral Modelling and Mining from Social Media, 査読有, 2012,

pp.13-14,
DOI : 10.1145/2390131.2390137

(3) Kin Fun Li, Sevcenco Ana-Maria, and Kosuke Takano, Real-Time Classification of Sports Movement Using Adaptive Clustering, Proceedings of the Sixth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems, 査読有, 2012, pp.68-75, DOI: 10.1109/CISIS.2012.213

(4) Kosuke Takano and Kin Fun Li, Classifying Sports Gesture Using Event-Based Matching in a Multimedia E-learning System, Proceedings of the 26th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA 2012) on Mining and Web, 査読有, 2012, pp.833-838, DOI: 10.1109/WAINA.2012.281

(5) Kosuke Takano and Kin Fun Li, An Adaptive Learning Book System based on User's Study Interest, Proceedings of the 2011 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM 2011), 査読有, 2011, pp.842-847, DOI: 10.1109/PACRIM.2011.6033004

(6) Kin Fun Li and Kosuke Takano, Modelling User Behaviour in Recommender Systems Based on Structure and Schema Learning, Learning Structure and Schemas from Documents, Studies in Computational Intelligence, 査読有, vol.375, Springer Berlin Heidelberg, 2011. pp.289-313, DOI: 10.1007/978-3-642-22913-8_14

[学会発表] (計 10 件)

① 屋良 朝克, 秋山 征己, 鷹野 孝典, 五右衛門 重典, 田中 博, Map Server を用いた屋内測位基盤のための地図情報表示システムの構築, 2013 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, A-17-11, p.242, 2013 年 3 月 19 日~2013 年 3 月 22 日, 岐阜大学.

② 太田隆聡, 笠原誠人, 鷹野孝典, 動画データを対象とした色頻度の変化傾向に基づいた動画データベース選択方式, 情報処理学会第 75 回全国大会論文集, vol.75, no.1, pp.571-572, 2013 年 3 月 6 日~2013 年 3 月 8 日, 東北大学.

③ 本多宏至, 笠原誠人, 鷹野孝典, 拡張現実 UI における 3 次元 CG 操作履歴に基づいたキ

ヤッシュ管理方式, 第5回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2013) 論文集, P4-6, 6頁, 2013年3月3日~2013年3月5日, 福島県郡山市ホテル華の湯.

④ 笠原誠人, 鷹野孝典, 生態系フィールドワークのための拡張現実 UI を備えたモバイル学習システム, 情報処理学会研究報告, 第64回モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会, 2012-MBL-64(16), pp.1-7, 2012年11月15日~2012年11月16日, 北海道大学.

⑤ 諏訪紀之, 笠原誠人, 鷹野孝典, 情報配信システムにおける拡張現実感を用いた情報表示方法評価の検討, 第11回情報科学技術フォーラム (FIT 2012) 講演論文集, pp.533-539, 2012年9月4日~2012年9月6日, 法政大学.

⑥ 本多宏至, 鷹野孝典, 音声情報から抽出した利用者の情報嗜好に基づく情報推薦システムの検討, 電子情報通信学会研究報告, vol.112, no.172, pp.41-46, 2012年8月1日~2012年8月2日, 名古屋大学.

[産業財産権]

○出願状況 (計14件)

名称: Network Congestion Reduction
発明者: 倉林修一, 吉田尚史, 鷹野孝典
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. 13/697,294
出願年月日: 2012年11月9日
国内外の別: 外国

名称: Geolocation-based Load Balancing
発明者: 倉林修一, 吉田尚史, 鷹野孝典
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. 13/640,888
出願年月日: 2012年10月20日
国内外の別: 外国

名称: Dynamic Content Preview
発明者: 吉田尚史, 鷹野孝典, 倉林修一
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. PCT/US2012/050726
出願年月日: 2012年8月14日
国内外の別: 外国

名称: Process Management in a Multi-core Environment
発明者: 倉林修一, 吉田尚史, 鷹野孝典
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. 13/388,663
出願年月日: 2012年2月2日
国内外の別: 外国

名称: Content-based Automatic Input Protocol Selection
発明者: 倉林修一, 吉田尚史, 鷹野孝典
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. PCT/US2011/064453
出願年月日: 2011年12月12日
国内外の別: 外国

名称: Information Service Providing System, Information Service Providing Device, and Method
発明者: 鷹野孝典, 吉田尚史, 倉林修一
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. 12/665,107
出願年月日: 2011年8月04日
国内外の別: 外国

名称: Augmented Reality System
発明者: 倉林修一, 吉田尚史, 鷹野孝典
権利者: 同上
種類: 特許
番号: Application No. 13/139,819
出願年月日: 2011年6月15日
国内外の別: 外国

[その他]

ホームページ等
<http://www.mkm.ic.kanagawa-it.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鷹野 孝典 (TAKANO KOSUKE)
神奈川工科大学・情報学部・准教授
研究者番号: 40434419

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし