

ISMAR 2007 報告

竹村治雄[†] 加藤博一^{††} 佐藤清秀^{†††} 黒田知宏[‡] 大隈隆史^{‡‡} 亀田能成^{‡‡‡}

[†]大阪大学サイバーメディアセンター ^{††}奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

^{†††}キャノン(株)知覚システム開発センター [‡]大阪大学大学院基礎工学研究科

^{‡‡}産業技術総合研究所情報技術研究部門 ^{‡‡‡}筑波大学大学院システム情報工学研究科

第6回複合現実感国際会議 (ISMAR2007: IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality)が2007年11月13日～16日に奈良県新公会堂で開催された。本報告では本会議の開催報告、及び、本会議の主要発表について紹介し、複合現実感研究の動向を探る。

A Report on ISMAR2007

Haruo TAKEMURA[†] Hirokazu KATO^{††} Kiyohide SATO^{†††}
Tomohiro KURODA[‡] Takashi OKUMA^{‡‡} Yoshinari KAMEDA^{‡‡‡}

[†]Cybermedia Center, Osaka University

^{††}Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

^{†††}Human Machine Perception Laboratory, CANON Inc.

[‡]Graduate School of Engineering Science, Osaka University

^{‡‡}National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

^{‡‡‡}Institute of Mechanical Engineering, University of Tsukuba

This Report summarizes the sixth IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2007) which was held at Nara-ken New Public Hall on Nov, 13th – 16th from organizers' points of view and participants point of view, to reveal current trend of mixed and augmented reality research.

1. はじめに

第6回複合現実感国際会議 (ISMAR2007: The Sixth IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality)が2007年11月13日～16日に奈良県新公会堂にて開催された。本会議は2002年から毎年開催されている複合現実感に関する国際会議であり、2003年に東京の学術総合センターで開催された第二回大会に続いて、二回目の日本開催である。

本報告では、開催者の立場からの開催報告を行うとともに、複合現実感に関する第一線の研究が凝縮した本会議の概要と具体的発表内容について述べる。

2. ISMAR2007 大会開催報告

2.1 大会概要について

(竹村先生担当)

(竹村治雄)

2.2 プログラム概要について

2.2.1 査読プロセス

ISMAR2007では、例年通り3名のプログラムチェアと12名のエリアチェアが中心になり査読を行った。これらチェアは、地理的、研究分野的な分布を考慮し選ばれた。論文区分は、Full-Length Paper, Short Paper, Posterの3種類である。投稿論文には、Full Paperで4名、その他で3名の査読者が、エリアチェアによってプログラム委員(79名)と外部査読者(87名)から割り当てられ査読を行い、その結果を参考にエリアチェアミーティングによる議論において、最終的に採否を決定した。論文の内容によって、Full Paperとして投稿された論文もShortやPosterとして採録する場合もあった。

2.2.2 投稿状況

Full Paperとして71件、Shortとして50件、Posterとして24件の合計145件の投稿があった。国別で見ると22カ国からの投稿があり、米国、日本、ドイツが20件を越え、韓国、英国が10件台であった。日本と韓国はPosterへの投稿が各9件と突出していた。

2.2.3 採択状況

採択状況を図1に示す。どのカテゴリにおいて

も、投稿区分で採択されるのは非常に難しい状況であるのがわかる。また、区分に拘らなければ Full Paper 投稿がもっとも採択されやすく、Short, Poster が採択されやすいという傾向はない。採択された論文を研究トピックで分類したものが図 2 である。要素技術であるセンシングの論文が多いと同時に、アプリケーション、情報提示、ユーザインタフェース、アーキテクチャの論文もバランスよく採択されていると思われる。しかし、ヒューマンファクタに関しては、かなり採択されにくいことがわかる。被験者実験が中心となる論文は、その性質上、短く切り詰めることが困難であるという考えが、ISMAR のエリアチエアミーティングで支配的であり、そのために、Short や Poster で拾うことなしに不採択としたということも影響している。

その他にも、ISMAR で不採択になった論文の傾向としては、新規性がない、アイデアはよいが論文としての完成度が低い、英語に問題がある、関連研究が適切に引用されてないという問題点が見られた。つまり、採択されるためには、早い段階から論文作成に取り掛かり、英語校正を適切に行った上で、論文としての完成度を高めておく必要があると思われる。

投稿カテゴリ	結果						採択率[%]	
	Full	Short	Poster	不採択	辞退	計	投稿カテゴリ	全カテゴリ
Full	14	13	7	35	2	71	19.7%	47.9%
Short	0	9	6	35	0	50	18.0%	30.0%
Poster	0	0	7	17	0	24	29.2%	29.2%
小計	14	22	20	87	2	145	20.7%	38.6%
採録決定後辞退	0	0	0	5		5		
最終採択数	14	22	15			51		

図 1 採択状況

	投稿数	Full	Short	Poster	小計	不採録-辞退	Rate[%]
Applications	41	4	3	7	14	27	34.1
Sensing	37	6	8	3	17	20	45.9
InformationPresentation	17	2	2	3	7	10	41.2
UserInterface	17	1	3	3	7	10	41.2
Architecture	16	0	4	4	8	8	50.0
HumanFactors	15	1	2	0	3	12	20.0
Other	2	0	0	0	0	2	0.0

図 2 研究トピック別採択状況

(加藤博一)

3. 学会参加報告

3.1 Session 1: Applications

[1-1:L] D. Kurz, F. Haentsch, M. Grosse, A. Schiewe, and O. Bimber, “Laser pointer tracking in projector-augmented architectural environments”

[1-2:S] M. Sareika and D. Schmalstieg, “Urban sketcher: mixed reality on site for urban planning and architecture”

[1-3:S] K. Pentenrieder, C. Bade, F. Doil, and P. Meier, “Augmented reality-based factory planning - an

application tailored to industrial needs”

1 件目がロングペーパーで残り 2 件はショートペーパーである。1 件目は、複合現実感技術を用いて、建築現場で建設中の建物の窓枠や配管、壁紙の色などをインタラクティブ変更表示できるようにしようという野心的な取り組みであり、現場でのデータ計測方法から実際の利用方法まですべて実現している。キーデバイスの一つは全周カメラを傍らに取り付けたパンチルトカメラユニットであり、その首振りカメラの上にはレーザポインタを載せている。もう一方のデバイスはその工事現場の工事中の壁に表示を行うプロジェクタである。レーザポインタの照射点を画像上で探索することでカメラユニットの周囲の広い空間を全て計測し、かつその照射点が観測可能かの測定結果から、後段での複合現実感の提示に利用可能な面がそこに存在するかどうかの判断も行っている。同時に、工事現場に複数用意したプロジェクタのキャリブレーションも自動的に行う。一旦自動的計測が済めば、あとは壁の色や窓の位置、配管等をユーザが手持ちのレーザポインタを用いて複合現実感的に操作できる。1 つ 1 つの技術はそれぞれ既先行研究に見出すことができるが、それらを高レベルで組み合わせ、アプリケーションソリューションとしても完成度が高いことが印象深い。

なお、2 件目も建設工事における環境アセスメントへの複合現実感応用であり、建築関係への適用が目立った。3 件目は車生産工場の組み立てラインの検討に MR を応用する発表である。

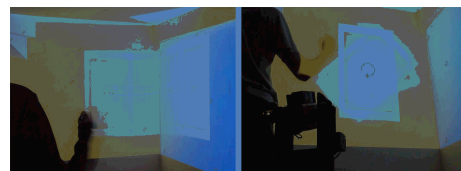


図 3 レーザポインタによる壁上での窓枠の移動と回転操作の様子(論文[1-1:L]より抜粋)

3.2 Session 2: Interaction

[2-1:S] S. Minatani, I. Kitahara, Y. Kameda, and Y. Ohta, “Face-to-face tabletop remote collaboration in mixed reality”

[2-2:S] S. White, L. Lister, and S. Feiner, “Visual hints for tangible gestures in augmented reality”

[2-3:S] J. Looser, R. Grasset, M. Billinghurst, “A 3D flexible and tangible magic lens in augmented reality”

[2-4:L] M. Anabuki and H. Ishii, “AR-Jig: A handheld tangible user interface for modification of 3D digital form

via 2D physical curves”

1 件目から 3 件目はショートペーパーで、4 件目のみがロングペーパーである。1、3、4 件目はインタラクションシステムの提案である。1 件目はピアツビアの遠隔協調作業空間において、相手の座像を立体的には再構成しないでレンダリングしてしまうことで、データ通信量を通常の TV 会議システム程度に抑制しながらも高速・低遅延な MR 環境を構築している。3 件目は Magic Lens の拡張で、物体の断面などを可視化できる Magic Lens において、切断面を曲面制御できるようにすることで切断面可視化への高い柔軟性を実現している。さらに、曲面制御情報を利用することで、単なる断面だけでなくその部分的拡大等も自在に行える。4 件目は車のクレイモデルの製作に用供されるような、柔らかい形状の意匠を AR-jig という新しいインターフェースで自在に操ることを可能にする斬新なシステムの提案である。jig 自体は平面上の曲線しか表現できないが、それを空間的に動かすことで様々な造形を可能にしている。

一方、2 件目は全く傾向が異なり、MR システムでしばしば問題になる、「空間上でどのようにポイントングデバイス（ここでは ARToolKit のマーカ）を動かすべきか」を教示するために、どの方法論が適切かを論じた研究である。なお、いずれもプロシーディングスに含まれているビデオの参照を是非お薦めする。



図 4 AR-Jig 試作機(文献[2-4:L]より抜粋)

3.3 Session 3: Scene Modeling

[3-1:S] G. Reitmayr, E. Eade, and T. Drummond, “Semi-automatic annotations in unknown environments”

[3-2:S] M. Klopschitz and D. Schmalstieg, “Automatic reconstruction of wide-area fiducial marker models”

[3-3:S] J. Platonov and M. Langer, “Automatic contour model creation out of polygonal CAD models for markerless augmented reality”

[3-4:L] J. Neubert, J. Pretlove, T. Drummond, “Semi-automatic generation of appearance-based edge models from image sequences”

最初 3 件がショートペーパーで最後の 1 件がフルペーパーであり（1,4 件目は同一研究室）、内容はそれぞれでかなり異なる。1 件目では、点ベースで SLAM を行いながら、ユーザがその中で平面状のアノテーション(円か四角形)を空間的に設定すると、あとはカメラを振っても自動的に追従表示を可能にする。2 件目は建物内など広範囲にマーカを多数設置した場合に、誤差の累積なく全体に渡ってカメラの空間定位を行う手法の提案である。3 件目は精密な CAD モデルから、カメラ定位に役立つエッジを自動的に算出する方法についてである。4 件目は撮影範囲中の対象物上の平面を荒く指示すれば、あとは映像中でどこが平面近似できるかを画像処理により算出し、モデル(平面上の多角形)を自動更新し、追跡も可能にする。モデルの更新と追跡には、当該モデル領域内で観測されるエッジ部分に注目することで安定した結果を得ている。



図 5 映像からの 3 次元エッジモデル生成の様子。
左がユーザの入力、中央がエッジの解析、右が追跡中の様子を示す。(文献[3-4:L]より抜粋)

(亀田能成)

3.4 Session 4: Human Factors

本セッションでは AR 環境におけるヒューマンファクタに関する評価実験を題材とした研究発表が 3 件行われた。特に Honorable Mention Award を受賞した Georgia Institute of Technology の研究グループによる “An Evaluation of Graphical Context as a Means for Ameliorating the Effects of Registration Error” [1] は、AR 環境での物体の配置タスクにおけるコンテキスト表示の有効性を示す大変興味深い論文であった。彼らは仮想物体により実物体の配置箇所(図 6 左下のブロック)を教示する際に、周辺に存在する実物体を示す仮想物体(図 6 上と右のブロック)を提示することで、実物体と仮想物体の位置ずれをユーザが推測・学習し、実物体配置タスクを短時間で正確に行うことができることを示した。位置合わせに少々のエラーを含む AR システムでも、周辺環境の

コンテキストを用いた Visual Cue の工夫次第でユーザの実作業を補助できる可能性を示唆する重要な論文であると感じた。

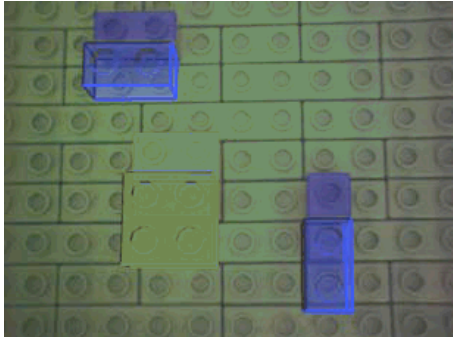


図 6 コンテキストの提示により
位置ずれを明示している例
(文献[1]より抜粋)

3.5 Session 5: Applications 2

本セッションでは4件のARのアプリケーションシステム研究が発表された。実時間で視点を動的に変化させることを想定するARシステムが多い中で,” An Industrial Augmented Reality Solution For Discrepancy Check” [2]では合成対象実環境を写真に限定しながら、CAD設計図と実際に施工された建物の差異の検出への応用という問題設定と、この応用に対して実用化に近い完成度を達成している点が興味深い。また,” Contextual Anatomic Mimesis” [3]は模型だけでなく実際の死体・生体のCTスキャンデータを用い、図7に示すように肌の表面形状を用いた直感的な体内透過表現を実現した。

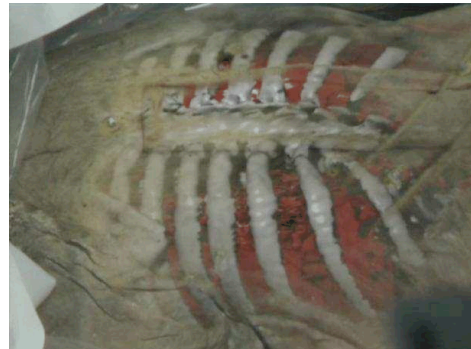


図 7 表面形状を考慮した内部透過表現の例
(文献[3]より抜粋)

3.6 Session 6: Tracking & Sensors 1

最終日のTracking & Sensors2と合わせると10件あったトラッキング関連研究のうち前半の5件がこのセッションで発表された。マーカ・自然特徴(点、線)に関わらずモデルベースのトラッキング手法と、環境モデルを作成しながらトラッキングするSLAM系の2種が主流になりつつある中、USCの研究グループが発表した”Real-Time Object Tracking for Augmented Reality Combining Graph Cuts and Optical Flow” [4]は実時間で対象領域追跡をするアピアランススペースの手法として興味を引いた。追跡された領域からのモデル構築など、今後の展開が期待される研究である。自然特徴点ベースのSLAM系の研究としてUniversity of Bristolの研究グループによる”Ninja on a Plane: Automatic Discovery of Physical Planes for Augmented Reality Using Visual SLAM” [5]では構築した3次元の特徴点マップから平面を自動抽出し、SLAMの計算量の削減とマップの信頼度の向上を実現している。画像情報から点群マップのみならず高次のプリミティブを獲得しながら実時間でトラッキングを続けるアプローチは広域のモデリング・トラッキングを要する実応用に向けて今後発展が期待される。

(大隈隆史)

3.7 Session 7,8: Information Presentation/ Architecture

7-1 R. Lindeman, H. Noma, and P. G. Barros:
Hear-through and mic-through augmented reality: using bone conduction to display spatialized audio

7-2 R. Grasset, A. Duenser, and M. Billinghurst:
Human-centered development of an AR handheld

display

7-3 A. Grundhoefer, M. Seeger, F. Haentsch, and O. Bimber: Dynamic adaptation of projected imperceptible codes

7-4 D. Kalkofen, E. Mendez, and D. Schmalstieg: Interactive focus and context visualization for augmented reality

8-1 K. Higa, T. Nishiura, A. Kimura, F. Shibata, and H. Tamura: A two-by-two mixed reality system that merges real and virtual worlds in both audio and visual senses

8-2 K. Kiyokawa: A wide field-of-view head mounted projective display using hyperbolic half-silvered mirrors

8-3 M. Huber, D. Pustka, P. Keitler, F. Ehtler, and G. Klinker: A system architecture for ubiquitous tracking environments

8-4 T. Sielhorst, W. Sa, A. Khamene, F. Sauer, and N. Navab: Measurement of absolute latency for video see through augmented reality

これらのセッションでは、音の MR(7-1, 8-1)、ハンドヘルドディスプレイの形状デザイン(7-2)、不可視情報の投影(7-3)、物体内部情報の可視化(7-4)、高画角 Head mounted projective display (8-2)、ユビキタスセンサによるトラッキング(8-3)、ビデオスルースルーの遅れの計測(8-4)に関する発表が行われた。

Lindeman ら (WPI/ATR) と Higa ら (立命館大) はそれぞれ、音の MR に関する研究を発表した(7-1, 8-1)。ビデオスルースルーのようにマイク付ヘッドフォンで取得した現実の音と仮想の音を計算機内で合成して聞く方式 (mic-through / electronic mixing) と、光学スルースルーのように現実と仮想の音を耳の中で合成する方式 (hear-through / physical mixing) を提案し、これらと比較した。

Grasset ら (HIT Lab NZ) は、ISO が定める人間中心設計プロセス ISO13407 にしたがった、ハンドヘルドディスプレイの設計事例を紹介した(7-2)。

Grundhoefer ら (パウハウス大) は、人には知覚されずにカメラのみが撮影できるコードを、シーン中にプロジェクタで投影する手法を改良した(7-3)。従来の手法には、観察者の視線が動いた場合にコードが見えてしまうという課題があったが、コードを埋め込む際の輝度値を動的に制御することで、この現象を軽減している。

Kalkofen ら (Graz 工科大) は、5-4 と同様、現実物体の内部情報に関する CG をいかに違和感なく表示するかという課題に取り組んだ(7-4)。提案手法では、現実物体 (3 次元モデルはあらかじめ保持して

いる) の概形のエッジを正しい隠蔽関係で描画することで、物体内部の CG を違和感なく提示可能としている。Best Student Award 受賞。

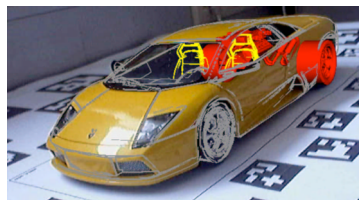


図 8 物体内部を違和感なく表示する手法(7-4)

Kiyokawa (阪大) は、双曲面ハーフミラーと再帰性反射スクリーンを用いたシンプルな光学系の高画角 Head mounted projective display を提案した(8-2)。観察者の視点を双曲面ミラーの内部焦点に配置し、同双曲面の外部焦点に設置したプロジェクタから映像を投射する。ミラーで反射した映像は環境中に設置した再帰性反射スクリーンで反射して、同じ光路を通してユーザの眼球で結像する。

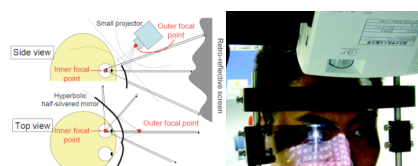


図 9 Head mounted projective display(8-2)

Huber ら (ミュンヘン工科大) は、ユビキタスセンサによるトラッキングシステムを実現する枠組みを提案した(8-3)。クライアントは、自身が接続すべきセンサの指示をサーバから得て、そのセンサとの P2P 通信を構築する。

Sielhorst ら (ミュンヘン工科大) は、ビデオスルースルー方式の MR における時間遅れの計測手法を提案した(8-4)。等速度で移動する CG を撮影画像に重畳し、それを表示したディスプレイ面をカメラで再度撮影することで、撮影から表示までの所要時刻を計測している。

3.8 Session 9: Tracking & Sensors 2

9-1 B. Okumura, M. Kanbara, and N. Yokoya: Precise geometric registration by blur estimation for vision-based augmented reality

9-2 G. Klein and D. Murray: Parallel tracking and mapping for small AR workspaces

9-3 V. Gay-Bellile, A. Bartoli, and P. Sayd: Deformable surface augmentation in spite of self-occlusions

9-4 D. Kotake, K. Satoh, S. Uchiyama, and H.

Yamamoto: A fast initialization method for edge-based registration using an inclination constraint

9-5 J. Pilet, V. Lepetit, and P. Fua: Retexturing in the presence of complex illumination and occlusions

本セッションでは、マーカベース位置合わせのブラー対策(9-1)、未知シーンにおける安定したカメラの追跡(9-2)、隠蔽・陰影を伴う変形物体の2次元位置合わせ(9-3, 9-5)、エッジベース位置合わせの自動初期化(9-4)に関する発表があった。

Okumura ら (奈良先端大) は、画像のモーションブラーや焦点ボケを考慮した、高精度なマーカ検出手法を提案した(9-1)。提案手法では、著者らが昨年発表した手法でマーカ付近の PSF (Point Spread Function) を推定し、現在得られているマーカの位置姿勢に基づいて各頂点のテンプレート画像を生成し、撮影画像との対応付けによって頂点座標を更新して位置姿勢を再計算するという処理を反復実行することで、精度の向上を実現している。

Klein ら (ケンブリッジ大) は、未知シーンにおけるカメラの追跡を安定的に行う手法を提案した(9-2)。提案手法では、追跡とマップ作成のスレッドを分離することで、マップの最適化に計算コストの高い処理を使えるようにしている。数千個の特徴点を実時間で扱うことが可能であり、その精度も安定性も、モデルに基づく最新手法に匹敵する。Best Paper Award 受賞。

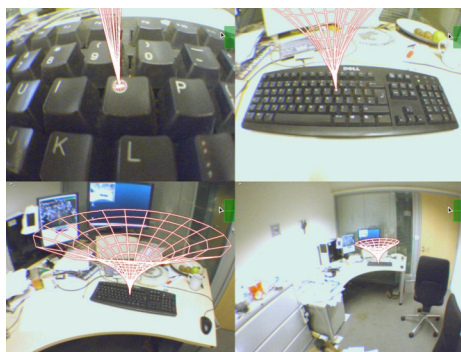


図 10 Parallel Tracking and Mapping (9-2)

提案手法では、キーフレーム画像群と特徴点群とからなるマップによってシーンを記述する。マップの初期化は、手動で指定した2枚のキーフレーム間における特徴点の対応に基づいて行う。追跡スレッドは、入力画像に対するカメラ位置姿勢の予測値に基づいてマップ中の各特徴点の対応点探索範囲を決定し、範囲内の FAST 特徴点との対応づけを SSD ベ

ースで行い、得られた対応点からカメラ位置姿勢を算出する。一方、マップ作成スレッドは、キーフレームから十分距離が離れた位置にカメラが移動した時に、入力画像を新たなキーフレームとして追加し、顕著な点をマップに登録する。さらに、スレッドの空き状況に応じて、局所または全体バンドル調整、あるいはマップの精緻化処理を行う。また、復元した特徴点から推定した dominant plane を $z=0$ 平面と定義することで、それを用いたアプリを実行可能としている。

デモセッションの実演では、ノート PC で実時間かつ非常にロバストに提案手法が動作していた。発表時にも、近鉄線の車内や龍安寺の石庭など様々なシーンに対して提案手法を適用した結果をビデオで紹介し、その高精度かつ安定した位置合わせ結果に会場の聴衆は圧倒されていた。

Gay-Bellile ら (LASMEA) は、自己隠蔽が含まれる変形面の形状を推定する手法を提案した(9-3)。Free Form Deformation を用いた2次元ワーピングの際に自己隠蔽の発生する境界部分でメッシュを縮退させることで、自己隠蔽されている画素を判別可能としている。形状推定手法自体は ICCV 2007 で発表済みであり、本発表はこれを MR に応用したという位置付けのようである。

Kotake ら (キャノン) は、画像から検出した2次元線分と物体の3次元線分モデルとの対応付け問題を高速に解いて、エッジベースのカメラ追跡を自動的に初期化する手法を提案した(9-4)。傾斜角センサをカメラに取り付けることで未知パラメータを方位角と位置のみとして、それらを段階的に求めることで組み合わせ発散の問題を劇的に改善している。デモセッションの実演では、キャノン製のステレオビデオシーンスルーHMDの試作機である VH-2007 を用いて、家庭用プリンタを位置合わせ対象としたデモを行っていた。

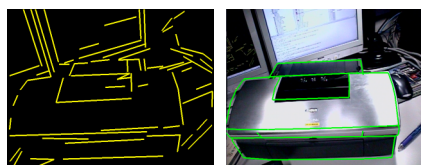


図 11 3次元線分モデルの高速なマッチング(9-4)

Pilet ら (EPFL) は、影などの複雑な照明条件や隠蔽の下で、変形面のテクスチャの貼り替えを可能とする手法を提案した(9-5)。事前の情報として変形面のテクスチャ画像を保持しており、撮影画像と、そこに位置合わせされたテクスチャ画像とを比較する

ことで、隠蔽マップとメッシュ頂点の照明パラメータとを算出する。その際、隠蔽と照明変化との区別が困難であるという課題を、画像間の相関とテクスチャ量とを同時に確率的に考慮する枠組みによって解決している。

(佐藤清秀)

3.9 Demo Session

仮想・複合現実感においてはデモ発表の方が重要な役割を果たす場合がある。本大会でも 31 件のデモ発表が行われ、デモセッションコアタイムは大変活況を呈していた。

デモは映画などの映像制作を標榜した大がかりなもの、Mobile AR を標榜した小型機器を使ったものの大きく二つに分割でき、会場も一階と二階の二つに分離されていた。

前者については、田村ら(立命館大学)を中心としたMR-PreViz プロジェクトに関わる展示等が行われ、図 12 のように、セット内でセンサ付きの刀のつばを振ると、仮想空間内の役者を着ることができるものなど、エンタテインメント生の高いデモが、展示会場に組まれた映画並みのスタジオセット内で実演されており、多くの参加者の注目を集めていた。



図 12 MR スタジオでのチャンバラ

一方、後者については非常に多くのデモが実演されており、Mobile Augmented Reality のアプローチが一つの大きなトレンドとなっていることが見て取れた。中でも Takacs ら(図 13)がデモを行っていた、ランドマークの分布パターンに基づいて市中の建物を認識しアノテーションを行うデモを実施していたが、本研究で開発された AR エンジン、NOKIA の Toolkit の一部として組み込まれるとのことであり、今後、一般向けの Mobile Augmented Reality アプリケーションが実現され、複合現実感技術が一般社会における IT サービスの 1 ツールとして認知されたい。

一つの足がかりになろうと想像される。

飛び込み的に大会長らの発案で展示された、発の AR 家庭用ゲームと合わせ、いよいよ複合現実感技術が民生分野で本格的に利用される時代が訪れつつあることを感じさせるデモセッションであった。



図 13 携帯電話を用いた MAR

(黒田知宏)

4. おわりに

本稿では、ISMAR2007 についての報告を行った。ISMAR 2008 は 2008 年 9 月に英国ケンブリッジで行われる。日本の MR 研究者も最新の研究成果を是非奮って投稿されたい。

謝辞

本大会の開催に当たりご支援を頂いたスポンサー企業を始め、関係諸期間の皆様に深く感謝申し上げます。また、本稿執筆にご協力を頂いた実行委員各位、キャノン知覚システム開発センター遠藤孝明氏に御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Cindy M. Robertson and Blair MacIntyre, "An Evaluation of Graphical Context as a Means for Ameliorating the Effects of Registration Error," In Proc. ISMAR2007, pp.99-108, Nov. 2007.
- [2] Pierre Georgel, Pierre Schroeder, Selim Benhimane, and Stefan Hinterstoisser, "An Industrial Augmented Reality Solution For Discrepancy Check," In Proc. ISMAR2007, pp. 111-114, Nov.2007.
- [3] Christoph Bichlmeier, Flex Wimmer, Sandro M. Heining, and Nassir Navab, "Contextual Anatomic Mimesis: Hybrid In-Situ Visualization Method for

- Improving Multi-Sensory Depth Perception in Medical Augmented Reality,” In Proc. ISMAR2007, pp. 129-138, Nov. 2007.
- [4] Jonathan Mooser, Suyu You, and Ulrich Neumann, “Real-Time Object Tracking for Augmented Reality Combining Graph Cuts and Optical Flow,” In Proc. ISMAR2007, pp. 145-152, Nov. 2007.
- [5] Denis Chekhlov, Andrew P. Gee, Andrew Calway, and Walterio M-Cuevas, “Ninja on a Plane: Automatic Discovery of Physical Planes for Augmented Reality Using Visual SLAM,” In Proc. ISMAR2007, pp. 153-156, Nov. 2007.