



ITS Japan NEWS

2007年 1月号 -No.143-

新年ご挨拶 (ITS Japan 寺島専務理事)

「第5回ITSシンポジウム2006」の開催結果報告

第2回中国ITS年次総会速報

第14回ITS世界会議 北京2007 最新情報

「第1回北京交通情報の応用とサービスに関するフォーラム」開催

産学連携特集:筑波大学のITS取組み

国土技術政策総合研究所におけるITSに関する取組み

幹事会報告

写真、図等の著作権はITS Japan及び寄稿者に存するので、利用されたい場合は必ず承諾をとるようにしてください。

1. はじめに

筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻の画像情報研究室では、ITS環境における運転者や道路運用者への新しい視覚支援方法について、約10年前から研究を重ねてきた。

ITSにおける安全運転支援については、世界中で様々な手法の研究開発が行われている。我々はその中で、カメラ映像を複合的に利用し加工して人間に提示するという、視覚支援という分野で研究を進めている。視覚支援は多様な状況で活用できる技術であるが、本稿では、特に交差点付近での交通状況に対する我々の取り組みについて紹介する。

2. 画像情報研究室のITSに対する取り組みの特徴

技術的な観点から述べれば、我々の研究の枠組みには、他の研究グループにはあまり見かけない際立った特徴が幾つかあるので、ここではそれらについて述べる。

2.1 道路監視カメラの利用

知的な運転支援を行うためには、交通状況をセンシングすることがまず必要である。多くの研究では、カメラやレーダ等の受動・能動センサを車載し、自車両の周囲の状況の把握に努めている。しかしながらこの方式では、当然のことながらセンサの視座が運転者視点からせいぜい数メートル程度しか離れていないため、本質的には運転者が世界を視ているのとそれほど変わらない形でしかセンシング結果を得ることができないという問題がある。例えば、自車両の近くにトラックがいる場合、そのトラックの存在を検知することはできても、トラックの後ろの領域についての情報は、運転者の目でも各種車載センサでも獲得することはできない。このような障害物によって発生してしまう死角をなくすには、もっと離れた視座からその死角領域を観測する必要がある。

そこで、我々は道路監視カメラの映像を積極的に利用する。特に、交通事故の可能性が高いような交差点では、監視カメラがすでに設置されていることも多いため、このアプローチは有効であると考えられる。今は監視カメラがなくとも、一般交差点には信号機のような構造物が存在するため、そこにカメラを取り付けることは比較的妥当な仮定であると我々は考えている。

なお、自車両から離れた視座のセンサ出力として、他車上の車載センサの出力を車車間通信で伝送する方法も考えられるが、交差点近傍にいる全ての車に車載センサと車車間通信機能を期待することは現時点では困難であり、なおかつ車両以外の自転車や歩行者には当然のことながら対応できないため、死角の観測という用途には向いていないと思われる。

2.2 認識誤りの存在しないシステム

画像情報研究室ではカメラで撮影した映像上で物体の抽出を行ったり物体認識をしたりする技術を当然有しているが、ITSにおいては、こうした技術はポリシーとして導入しないようにしている。

ITSでは、システム上の1回の認識誤りが重大な事故を引き起こす可能性があるため、100%の成功率のシステムでなければ、真に安心・安全な運転支援とは呼べないと我々は考えている。

そこで、我々は映像上でセグメンテーションや物体認識等を行ったりする代わりに、映像に空間的幾何変換(射影幾何)を施し、複合現実感技術を用いて運転者によりよい形での映像提示を行う。すなわち、状況判断をシステムが行ってしまうのではなく、あくまで判断を下すのは運転者であるべきであるという観点に立ち、その判断をよりの確にストレスなくこなせるようにするために運転者への視覚支援を行

う。

幾何変換処理ではアルゴリズム上の条件分岐や例外処理などは一切不要のため、映像ソースが存在する限り処理に失敗することはないという点が強みとなる。

2.3 複合現実感技術を用いた視覚増強

道路監視カメラ映像には、死角を撮影した情報など有益な情報が含まれているが、その映像を車中のモニタ画面で単に運転者に見せるだけでは、運転者はその映像について、それがどこを映しているのか、自分がその映像中のどこにいるのか、映像のどこをみれば他の車両等の存在がわかるのか等、負担の大きい視覚認知処理を運転の傍ら行う必要が発生してしまう。

そこで我々は、複合現実感技術を用いて、道路監視カメラの実際の設置位置に関係なく、運転者に常に見やすい形にまで加工した映像を表示する。これによって、単なるモニタ画面での視認にくらべて、はるかに見やすい映像を提供できるようになる。さらに、生成映像を運転者に見せるときには、インパネ・ダッシュボード上のモニタを利用するのではなく、複合現実感技術を利用しフロントガラス上に生成映像を投影するものとする。

画像情報研究室は、複合現実感技術に関して豊富な実績があり、第一級の国際会議・論文誌等にもその成果の掲載が認められている。このような、ITSと複合現実感技術の双方を高いレベルで融合できるのが当研究室の強みである。

2.4 実地試験環境

ITSの研究を進める上では、手法を評価しその効果を確認することが重要である。そのために、本学キャンパス内に、道路監視カメラ付きの十字路交差点を実際に準備し、実際の車両を用いた実験を進められる環境を用意している。

対象としている交差点は、本学キャンパスの構内道路上にある。片側一車線の構内道路とはいっても、路線バスが通過し一般車両も頻繁に行きかう道路であるので、交通状況としては実際の交差点と同等のデータ多様性が確保できる。

その交差点の4方向には、信号機と同じほぼ5mの高さの支柱・アームを設置し、その上に可視光カメラを据え付けている(図1)。また、その交差点から数十m離れた位置にも同様に支柱とカメラを設置し、合計で5箇所の撮影箇所を用意している。各カメラの映像信号は、各支柱に付置されたPCでデジタル化され、有線LANを通じて研究室で蓄積されると共に、支柱に設置された無線LANを経由して車両に配信することも可能である。また、評価実験の一貫性を確保するため、車両(ホンダ・モビリオスパイク)を確保し、研究に充当している。

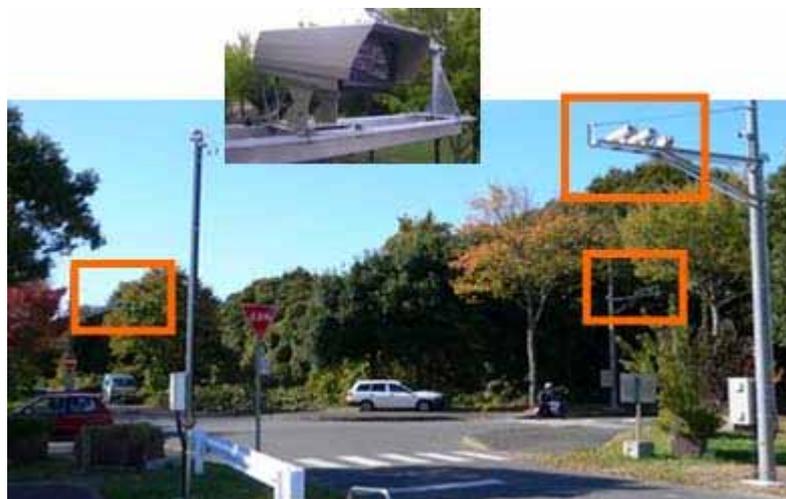


図1: 構内道路の実験環境

3. 研究事例の紹介

3.1 ウィンドシールドディスプレイ

我々の研究では、映像を運転者に分かりやすい形で表示することが重要であるため、車載HUD(Head-Up Display)の利用を前提としている。その一方で、フロントガラス全体を提示領域とするような商用デバイスは現在存在しないため、我々は実験目的のためにウィンドシールドディスプレイ(Window Shield Display, WSD)のプロトタイプを開発した(図2)。本WSDシステムでは、プロジェクタからの光を再帰性反射材を用いて運転者視点に向かって反射させるため、昼間でも十分に明るい情報提示が可能である。詳細については、[WSD]を参照されたい。

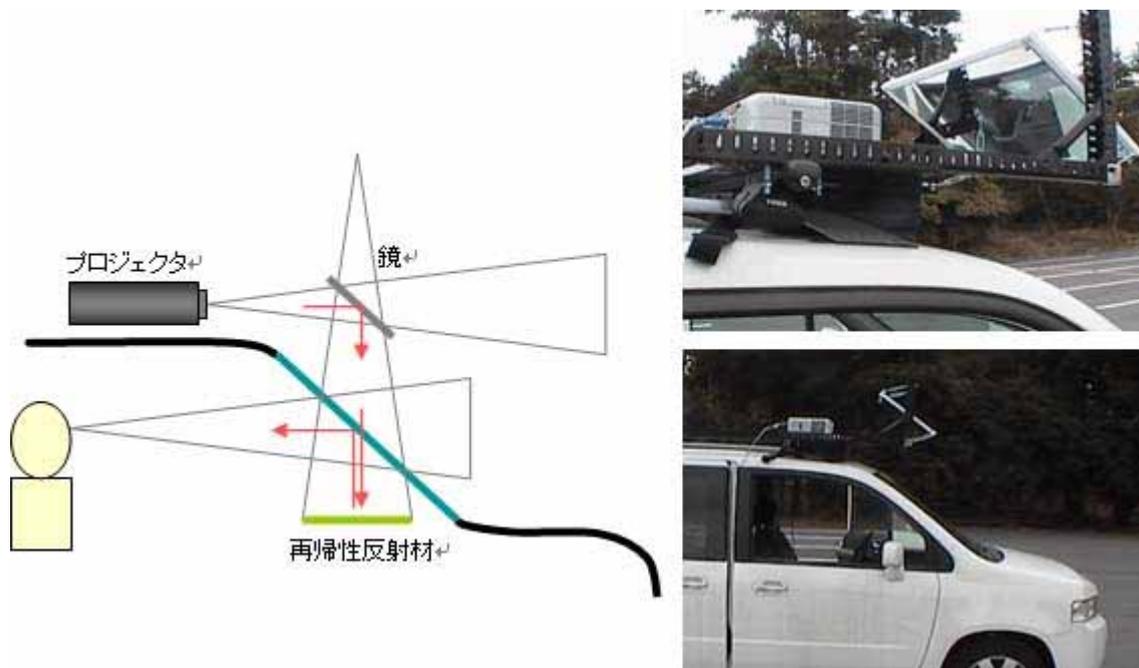


図2: ウィンドシールドディスプレイ(WSD)

WSDは、従来型のダッシュボード・インパネ内のディスプレイに比べて運転者の視線移動量が少ないため、運転者の負担を軽減することができるという利点がある。しかし、その一方で、提示する情報がフロントガラス越しの運転情景を見づらくしてしまう可能性がある。それゆえ、道路標識等の運転に必須な情報を隠さないようにしつつ、運転情景中の情報発生が少ない部分でかつ運転者の視野に関する嗜好を反映した部分に情報提示を行う方法について研究を進めている [WSD-Position]。

3.2 バーチャルスロープ

バーチャルスロープは、交差点で右折時の対向車との衝突を回避するのに有用な視覚支援である。交差点の右折待ち時に、対向車線にも右折待ち車両がいると、その右折待ち車両が作り出す死角によって、その背後から接近しつつある直進車両を認知することができない。一方、道路監視カメラは対向車線を見下ろす形で死角を撮影している。そこで、この映像を運転者に提示することで死角を解消するというのがバーチャルスロープの基本的な考えである。ただし、交差点によって監視カメラの位置や取り付け確度が異なるのは普通であるため、そのような監視カメラ映像を直接提示しても、運転者は対向車線の映像であることを認知するのに時間がかかる恐れがある。これに対して、我々は射影幾何に基づく画像幾何変換と複合現実感技術を用いて、対向車線全体を仮想的に坂道状に提示することを提案している(図3) [VirtualSlope]。

このバーチャルスロープをWSDで見ることで、運転者はストレスなく右折開始のタイミングを計ることができるようになる。

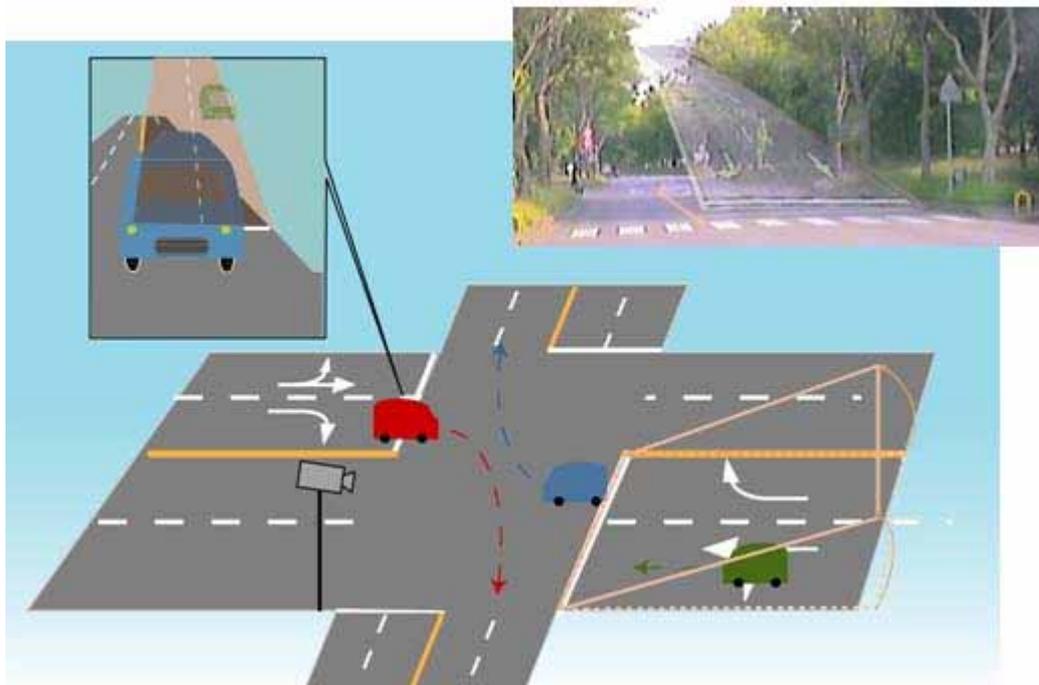


図3:バーチャルミラー

3.3 バーチャルミラー

バーチャルミラーは、見通しの悪い交差点への進入時における視覚支援法である。進入する交差点の左右の優先道路への見通しが悪い場合に、その左右の道路に取り付けられた監視カメラの映像を加工して、仮想的な鏡がその交差点に存在するかのように表示するのがバーチャルミラーの概要である。実際の監視カメラの取り付け位置は状況によって異なると考えられるので、バーチャルミラー上での映像の見え方、表示のタイミング等について主観評価実験を繰り返し、いつどのタイミングでどのようなバーチャルミラーを出すのが最適かを調べている(図4)[VirtualMirror]。

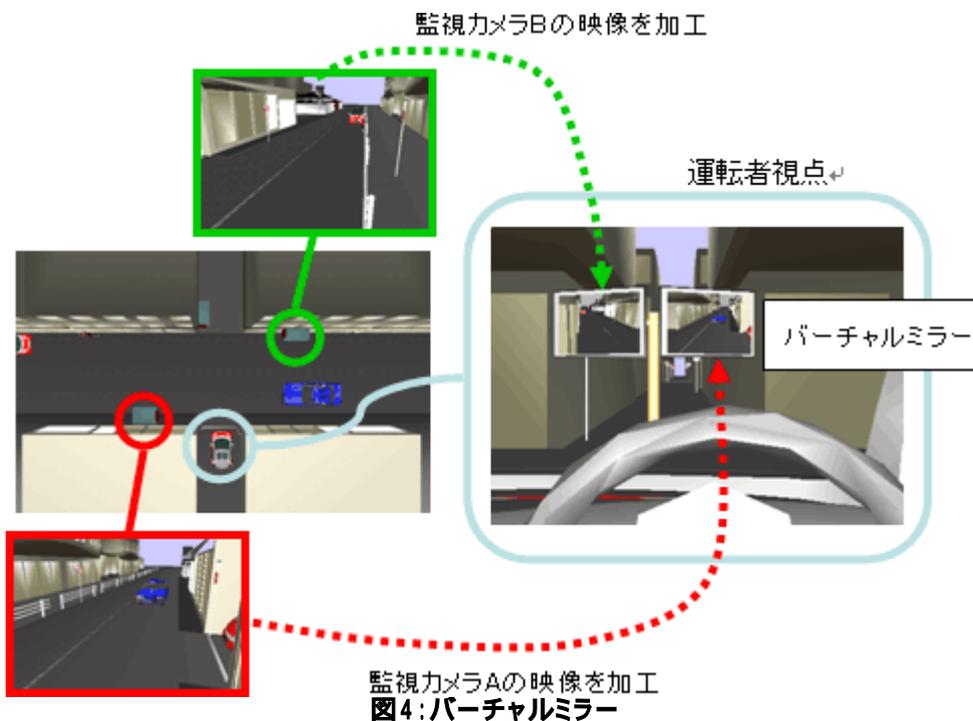


図4:バーチャルミラー

3.4 浮動式仮想鏡

浮動式仮想鏡(フローティングバーチャルミラー)は、交差点での左折・右折における斜め後方からのバイク等の巻き込みを回避するための視覚支援である。運転者から見れば、この鏡は、自車両前方の監視カメラの方向に浮いているように見えるため、このような名称となっている。浮動式仮想鏡はWSD上で表示するため、通常のルームミラー・ドアミラーと異なり視点移動があまり必要ないという利点があ

る。さらに、浮動式仮想鏡の映像ソースは高所から撮影された監視カメラ映像なので、自車両の側方や後方を概観するのに適している。また、浮動式仮想鏡は、鏡としての幾何学的性質を全て満たすため、それを見たときに、直感的にその像の中に映っている物体と自車両との関係を即座に理解することができるという利点もある(図5)[FloatingMirror]。

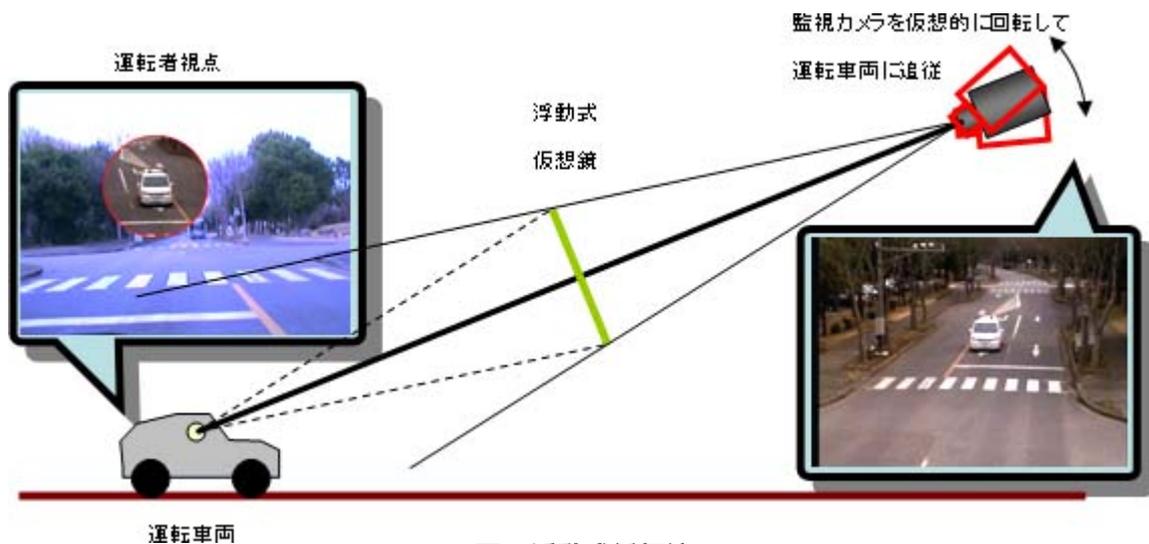


図5: 浮動式仮想鏡

3.5 道路俯瞰のための遠方短縮道路表示

遠方短縮道路標示は、交差点を中心とする付近の道路一帯を、交差点の真上から見たかのような視点でコンパクトに表示できる新しい視覚支援法である。

射影幾何を用いれば、道路監視カメラのように高所から撮影した映像から、交差点道路面の俯瞰映像を合成することが可能である。複数のカメラがあれば、それらの映像を合成して、一つの大きい俯瞰映像を作ることができる。しかしながら、ユークリッド距離を維持したままの俯瞰映像では、広域にすれば道路幅が細くなるためそこを走る車両等を見分けるのが困難になり、交差点付近を拡大すれば遠方の車両が俯瞰映像中に表示できなくなる。そこで、交差点中心から離れるに従って、道路の見かけの距離を圧縮した道路標示を行うことで、遠方車両の視認性と交差点付近の詳細なレベルでの視認性とを両立させることを提案している(図6)[遠方短縮]。これは、透視投影におけるforeshorteningという効果と等価であり、人間の遠近感覚との親和性も高いのではないかと考えている。

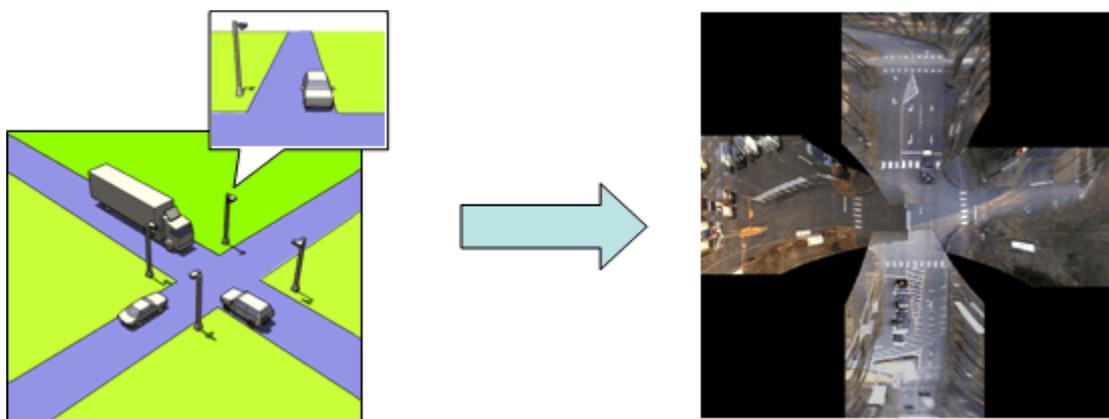


図6: 道路俯瞰のための端詰道路表示

4. まとめ

本稿では、筑波大学画像情報研究室におけるITS取り組みについて紹介させていただいた。道路監視カメラをはじめとする様々な映像ソースを三次元的に加工し、複合現実感技術と組み合わせる運転者への視覚支援を行う取り組みは、我々の得意とする分野である。こうした技術は、安心安全な交通環境の構築に付与するだけでなく、運転していて楽しいと思わせる側面もあるのではなかろうかと我々は考

えている。

なお、紙面の都合で、詳細は全て割愛せざるを得なかったが、興味を持って下さった方は、下記のWEBページをご覧になるか、メールでご連絡下さい。

連絡先: 画像情報研究室 大田友一(代表)

住所: 〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1

筑波大学 大学院 システム情報工学研究科 知能機能システム専攻

URL: <http://www.image.esys.tsukuba.ac.jp>

e-mail: [ohta\(アットマーク\)iit.tsukuba.ac.jp](mailto:ohta(アットマーク)iit.tsukuba.ac.jp)

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型研究プロジェクト「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」(平成16年度～18年度)の支援を受けて実施されている。

[WSD] Akihiko Sato, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, "Visual Navigation System on Windshield Head-Up Display," 13th World Congress on Intelligent Transport Systems, a technical paper, PaperID 1221, 8 pages, 2006.

[WSD-Position] Akihiko Sato, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, "Adaptive Positioning on Windshield for Information Display," 12th World Congress on Intelligent Transport Systems, a technical paper, Custom number 3476, 12 pages, 2005.

[VirtualSlope] 田谷 文宏, 北原 格, 亀田 能成, 大田 友一, "NaviView:動的環境センシングによる運転者への視覚支援の取り組み", 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会予稿集(SS12005), 28B3-6, pp.168-173, 2005.

[VirtualMirror] Fumihito Taya, Kazuhiro Kojima, Akihiko Sato, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, "NaviView: Virtual Mirrors for Visual Assistance at Blind Intersection," International Journal of ITS Research, Vol.3, No.1, pp.29-38, November, 2005.

[FloatingMirror] Toru Miyamoto, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, "Floating Virtual Mirrors: Visualization of the Scene behind a Vehicle," 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2006), LNCS 4282, pp.302-313, 2006.

[遠方短縮] 大津 寛之, 宮本 徹, 北原 格, 亀田 能成, 大田 友一, "複数の道路監視カメラを用いた交差点における俯瞰映像作成", 第5回ITSシンポジウム, pp.297-302, 2006.

(寄稿:筑波大学 大学院 システム情報工学研究科 北原 格 亀田 能成 大田 友一)