

平成21年 4月 1日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18700183  
 研究課題名（和文）  
 ウェアラブルコンピューティングにおける視覚支援機能を持つ IT メガネの開発  
 研究課題名（英文）  
 Development of IT Glass with Human Vision Support Technology on Wearable Computing  
 研究代表者  
 林 純一郎（HAYASHI JUN-ICHIRO）  
 香川大学・工学部・助教  
 研究者番号：90359919

研究成果の概要：本研究は弱視者や高齢層に対し、カメラ映像を基にした視覚の支援、視線の注目領域における環境理解等、人の支援を行う IT メガネ構築のための要素技術について検討を行った。具体的には歩行者の交通事故の原因として多数を占める、交差点や横断歩道以外での道路横断における車両との追突事故を想定し、横断中の人々が車両に追突されるような危険物接近状態を歩行者へ知らせるため、歩行者周囲の環境理解技術と遠方における接近車両の進行方向や速度等を推定した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,500,000	0	1,500,000
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	300,000	3,800,000

## 研究分野：画像認識

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：情報センシング、感性情報学、画像認識、バーチャルリアリティ、ユーザインタフェース、情報工学

## 1. 研究開始当初の背景

近年、高齢者のみならず若者においても視力低下が多く、メガネやコンタクトレンズを必要とする者が増加傾向にある。しかし、周知のようにメガネはレンズによって補正を行うものであり、万人が唯一のメガネを利用する事は不可能である。また、近年ヘッドマウントディスプレイ（以下 HMD）やカメラが安価に購入出来るようになったことから、HMD にカメラを装着し、前述した弱視者や高齢層に対するカメラ映像による視覚の支援、

視線の注目領域における環境理解等、人の支援を行う IT メガネ構築のための要素技術について検討を行う。

## 2. 研究の目的

本研究は高齢者や弱視者に対するカメラ映像による視覚の支援、視線の注目領域における環境理解等、人の支援を行う IT メガネ構築のための要素技術について明らかにすることを目的とする。具体的には、以下の三つの要素技術について、その可能性を明らかに

にする。

#### (1) 視力障害補助手法の検討・開発

複数のカメラ映像から、遠方の高精細画像と近傍の高精細画像を取得し、両画像を基にした色補正による鮮明化等をHMD上に提示し自然な映像を提供する可能性を明らかにする。

#### (2) 注目領域抽出手法の検討・開発

カメラ映像から取得した画像より被験者の視線方向を推定し、前項の画像における同視線の注目領域を抽出・高解像度化するための技術の可能性を明らかにする。

#### (3) 注目領域における環境理解手法の検討・開発

被験者の注目領域における環境を理解し、例えば道路を歩行中かつ注目領域が道路上の交差点であるなら、「左折可」といった進行方向の可能性を提示、歩行中に自分の方向へ接近する車両が存在すれば「車両接近」といった危険情報提示を行う支援システムの可能性を明らかにする。

### 3. 研究の方法

本研究では、道路横断時に人が行うべき行動を想定し、道路の左右遠方から接近してくると予想される車両の有無を確認するために、道路端の注目すべき領域方向を見つけ、その方向における環境を計測・理解することで遠方の走行車両の有無とおよその速度を知る必要がある。さらに、歩行者が道路内にいるか道路外にいるかによって危険性の有無が分けられ、道路は周囲の何処に存在しているのか不明であるため、全周囲の計測を必要とする。また、通常の計測の用いられる超音波センサや赤外センサ、カメラセンサでは計測レンジが短く、遠方の計測が困難である。

そこで、道路は周囲の何処に存在しているのか不明であることから、全周囲の計測が可能な全方位カメラを用いて、道路領域及び道路端の推定を行う。さらに、道路端の遠方を計測する必要があるため、遠方の計測が可能な望遠カメラを用いて走行車両の検出と速度推定を行う。図1に本研究のシステム全体像を示す。

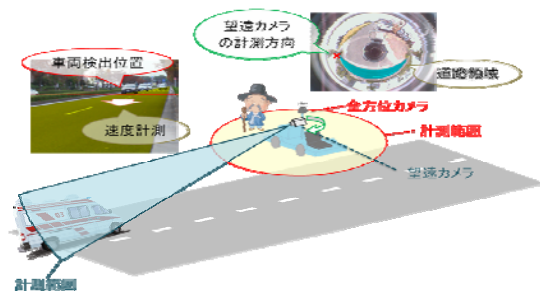


図1. 本研究システムの全体像

### 4. 研究成果

#### (1) 視力障害補助手法の検討・開発

無彩色における輝度のみを変化させ、複数の被験者の輝度弁別閾値を求めた結果を図2に示す。実験はL\*a\*b\*表色系を用い、 $a^*=0, b^*=0$ とした時のL\*のみを変化させ、最小二乗法により直線近似を行った。その結果、近似直線は $\Delta L/L+a$ となり、 $L=0$ の時に $\Delta L=0$ とはならず切片を持っているものの比例関係であることが分かる。本結果は、比較可能な基準色がない場合、人は多少の輝度変化や他色との比較については反応できないことを表しており、信号等の色補正では信号色の区分を明確にするための明暗を強調した映像提示を行う必要があることが分かった。

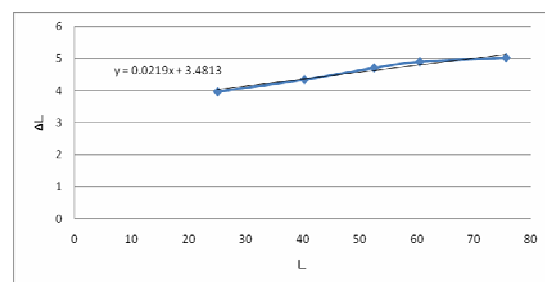


図2. 輝度における明るさ変化による結果

#### (2) 注目領域抽出手法の検討・開発

歩行中における歩行者近傍の全方位画像を取得し、進行方向・速度推定、道路上で危険が迫ると予想される遠方の注目すべき領域を抽出する手法を開発した。具体的にはオプティカルフローを用い、オプティカルフローの角度と長さを投票することで歩行者の進行方向や速度を推定、その結果、投票が少数であるオプティカルフローを危険物である可能性が高いと推定した。推定された地面領域を緑、地面外か異常と推定された領域を白とした実験結果を図3に示す。

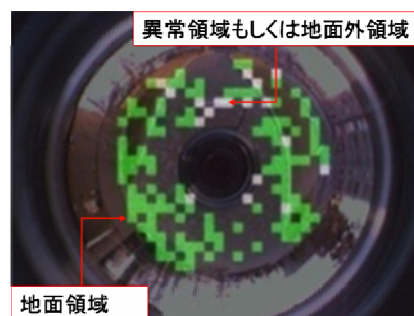


図3. 歩行者の地面領域の推定結果

また、歩行者が道路を横断する際に迫る走行車両は道路遠方の地平線上に存在する道路の消失点から出現すると考えられる。そこで、全方位カメラにおいて消失点は道路の縁

が集束する位置であるため、道路の縁に着目し、縁のラインが集束する点を消失点として注目領域抽出のために望遠カメラを向ける視線方向として検出する。全方位カメラ画像は、特性上直線が円上に湾曲して撮像されるため、道路の縁は弧を描く。そこで、円のHough変換を用いた円検出結果から円が交わる位置を検出し消失点候補とする。これらの円は、道路縁以外のエッジを近似した円も含むため、消失点候補の中から最も確からしい消失点を二点検出する必要がある。消失点は画像中心からおおよそ原点对称となっているため、最も原点对称らしい二点を選択することで消失点を求める。図4に消失点の検出結果を示す。ここでの推定結果は、連続する3フレームで平均0.056[rad]の誤差が生じたが道路エッジ以外のテクスチャに影響されにくく注目する道路遠方の車両方向が推定出来ていることが解る。

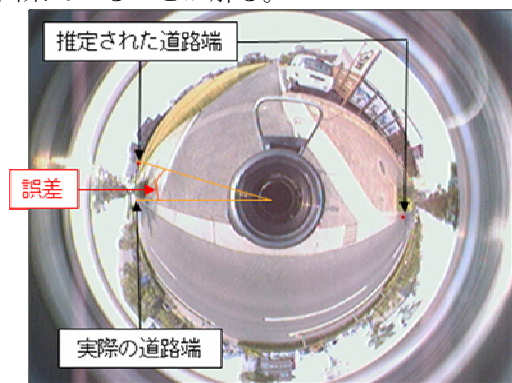


図4. 道路端の位置推定結果

更に、歩行中における歩行者遠方の望遠画像を取得し、道路遠方の消失点を基にした道路領域検出および歩行者の姿勢・位置の推定手法を開発した。具体的にはHough変換と膨張処理を用いて消失点を検出し、道路境界部の複雑度を用いた道路境界線検出を行った。また消失点の中央線からのずれ量より、歩行者の姿勢を推定し、検出した道路境界線を用いての歩行者の道路上の位置を推定した。図5に道路端検出結果の一例を、表1に推定した歩行者の姿勢と位置の誤差を示す。結果、消失点検出および道路境界線を安定して検出出来れば歩行者の姿勢・位置は安定して推定可能であった。



図5. 道路端検出画像

表1. 姿勢・位置推定誤差結果

姿勢推定の平均誤差	水平方向 $\pm 0.9^\circ$ 垂直方向 $\pm 0.68^\circ$
位置推定の平均誤差	$\pm 2.16\%$

### (3) 注目領域における環境理解手法の検討・開発

前項で求めた注目領域において、歩行者の交通事故の原因として多数を占める、交差点での信号見落としや横断歩道以外での道路横断における車両との追突事故を想定した人の視界領域以外の遠方における環境理解手法を検討・開発した。具体的には、全方位カメラから求めた消失点方向へ望遠カメラを向けて高解像度画像を取得、同画像における車両の進行方向や速度等を推定した。図6に望遠カメラにおける遠方の道路領域検出結果、図7に車両検出結果の一例を示す。

次に、検出した車両の先頭位置から走行速度を推定した結果を示す。図8に道路とカメラの距離が1160[mm]と既知であり、道路とカメラが並行である場合の車両の速度推定結果と実空間中におけるカメラと車両の距離の関係を示す。また、目視による速度推定結果との比較を図9に示す。カメラと車両との距離が約50[m]以上約100[m]以下の範囲で走行車両の速度を推定出来ていることが解る。

以上の結果、カメラから車両までの距離が約70[m]と約80[m]の地点において、誤差が約1[km/h]という精度で推定できたが、車両とカメラまでの距離が離れるほど1ピクセルにおける距離の分解能が低下するため誤差が大きくなった。



図6. 望遠画像における道路領域抽出結果



図7. 時系列 t+3 の車両検出結果

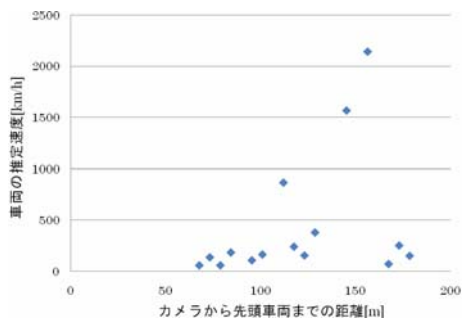


図 8. 車両の速度推定結果

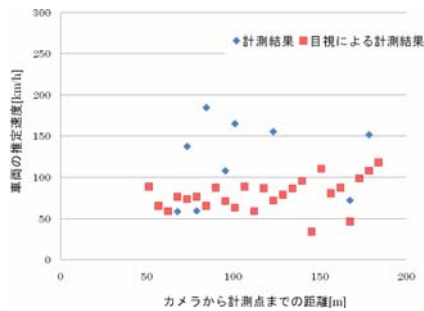


図 9. 目視による速度計測結果との比較

更に、歩行者近傍の道路や建築物等、環境についても、地図データを基に歩行者が現在位置する場所から推定される仮想的な視界画像と建物形状とのマッチングによって認識を行う支援システムを検討・開発した。

具体的には、一般的な二次元の地図データを基に、地図上の建物を歩行者の視界として予想される三次元形状のボクセルデータへ変換し、歩行者の視界画像とのマッチングを行った。ここで二次元の地図データから得られる建物情報は平面部分のみであるため、マッチングにおいて建物の底辺部分における水平線を重視し、建物の高さについては動的に変動させることで視界画像とのマッチングを行った。図 10 に歩行者の視界画像と推定された建物や道路のボクセルデータとのマッチング結果の一例を示す。



図 10. 視界画像と建物とのマッチング例

以上の結果、高齢者や弱視者等の歩行者が

道路上において危険な状況を回避するための視覚支援や環境理解等、人の支援を行う IT メガネ構築のための要素技術について検討を行い、遠方車両の接近方向を推定可能とし、歩行者の道路横断動作を予測、遠方車両の速度計測を可能とした。

これらの基本的成果をウェアラブルコンピュータにおける視覚支援機能を持つ IT メガネの実現、適用の可能性も実験的に検討し、よい見通しを得た。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- ① 岸岡宏行、林純一郎、秦清治、高齢者横断事故防止のための危険検知手法について、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会技術研究報告、Vol. 108 No. 263, pp. 91-96、2008、査読無
- ② 中谷太亮、林純一郎、秦清治、視界画像内における道路検出と歩行者姿勢・位置推定に関する基礎的検討、電気学会情報処理・産業システム情報化合同研究会資料、IP-08-13~25 IIS-08-38~50, pp. 55-60、2008、査読無
- ③ 林純一郎、山下悟史、嶺脇聡、秦清治、画像相関を用いた車両走行空間内障害物検出と地形計測に関する研究、電気学会システム・制御研究会資料、SC-07-1~12, pp. 49-54、2007、査読無

〔学会発表〕(計 2 件)

- ① Taisuke Nakatani, Jun-ichiro Hayashi, Seiji Hata, Road and Building Matching using Perspective Projection, 15th Japan-Korea Joint Workshop on Computer Vision Frontiers of Computer Vision, 2009年2月5-7日、Andong, Korea
- ② Hiroyuki Kishioka, Jun-ichiro Hayashi, Seiji Hata, A Method for Moving Obstacle Detection using Omnidirectional Image Sensor, 14th Korea-Japan Joint Workshop on Computer Vision Frontiers of Computer Vision, 2008年1月24-25日、大分

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 純一郎 (HAYASHI JUN-ICHIRO)

香川大学・工学部・助教

研究者番号：90359919