

この問題について定式化すると共に、簡便な手法で特定の人や物体にあたかも近寄ったかのような効果を得る方法を提案する。

B. 研究方法

まず、日頃のカメラ・ビデオ撮影におけるズーム操作の意義について再考察し、ズーム操作を立体視環境で行う場合に特有の問題点について明らかにする。その上で、簡単な方法で特定の人物や物体に近寄ったかのような効果が得られる撮像・提示手法について提案を行う。

C. 研究結果

立体視環境におけるズーム操作の問題

我々が普通の生活においてカメラやビデオなどの撮影を行う時、今や当たり前のようにズーム操作を行っている。ユーザの立場から見ると、ズーム操作は単に画像を拡大して見たいというだけでなく、遠くにある物体へ近づいて見たいというニーズを効果として実現する手段であるとも考えられる。昨今のカメラでは3倍から10倍程度のズーム機能を搭載しているため、部屋の中にあるものをあたかも手にとって眺めるように拡大して観察することができるようになっている。

さて、このようなズーム操作を三次元空間へ没入する型のトレイグジスタンスに適用しようとした場合、どのような構成をとりうるだろうか。単一ズームカメラからの最も直接的なアナロジーでは、ステレオカメラ系を構成する左右それぞれのカメラのズーム倍率を制御する方法が考えられ、実際にそのようなカメラ系も市販されている。しかしながら、両眼立体視が有効になっている状態では、単にカメラのズームを行っただけでは自然な奥行き感が得られない。

例えば、平行光軸系のステレオカメラとHMDの組合せを利用する場合、提示画像を拡

大ズーム（像の大きさを n 倍に）すると、輻輳から算出される物体までの距離は確かに $1/n$ になるが、すべての点が同じ変換を受けるため世界全体が奥行き方向に圧縮され、物体の奥行き方向のサイズも $1/n$ に縮小して観察される。

単に画像を拡大しただけならば単なるズームでも構わないかもしれないが、両眼立体視を行っている場合対象の奥行きがはっきり知覚できてしまうため、逆に不自然な感覚を与えかねない。そこで、対象を手元へ引き寄せつつ自然な奥行き感をもって観察する手法について考察する。

立体望遠画像提示手法

前述の構成において、物体の奥行きを縮小させないためには、視差を n 倍にする必要がある。これを実現するための直接的な方法の一つは、カメラ間距離を n 倍にすることである。この点に着目し、対象物体を D/n の位置に引き寄せたかのように見せるため、物体の像の大きさ、物体上代表点に関する輻輳角とその近傍の視差量を協調して制御する、次のような手法を提案する（図1）。

1. ステレオカメラ間距離をユーザの眼間距離の n 倍にする。（視差制御）
2. 注目物体上の代表点への輻輳角が提示距離 D/n に相当するよう画像の提示位置を調整する。（輻輳角制御）
3. 上記代表点を中心にして n 倍に拡大ズームした画像を提示する。（像の大きさ制御）

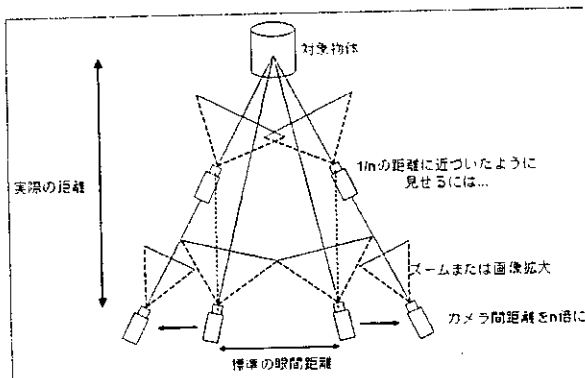


図1 立体望遠画像提示の基本原理

ここでは、上記手法による効果を見積もるため、平行光軸系による解析を行う。図1では輻輳をつけたステレオカメラによる撮像の様子を示しているが、このような条件で撮影されたステレオ画像を用いて正確な立体感を提示するには、左右それぞれに対応して傾けた2枚の画像提示面が光学的に重なるような構成の提示系を用意しなければならない。一般の画像ディスプレイでは提示面は普通正面を向いており、なおかつ液晶シャッタ方式などで左右用の提示面を共有する場合には傾きをつけることができない。その点、平行光軸系は既存の画像ディスプレイ装置と相性がよく、原理検証には適している。平行光軸系による構成を図2に示す。

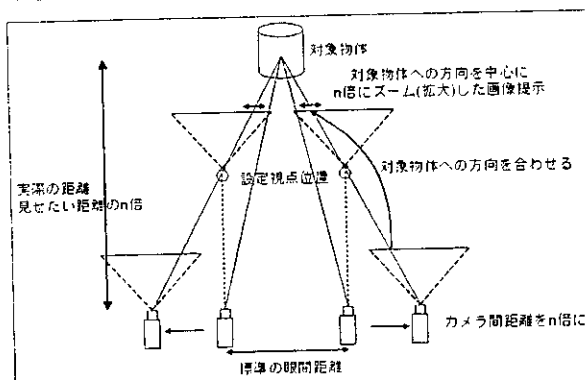


図2 平行光軸系による構成

カメラの輻輳角制御の役割は対象物体を画像の中心に捉えることであり、提示系と併せて立体視に対する効果を考えると、対象物体への

輻輳角をディスプレイ面の距離に合わせることに他ならない。これと同等の効果を平行光軸系で実現するには、左右用画像を平行移動させて、狙った点への輻輳角を制御すればよい。画像提示面上で視差がゼロになるよう平行移動すればその点はちょうど画像提示面の距離に提示され、さらに、狙った点の奥行きをディスプレイ面の前後どちらに設定することも可能である。

画像提示位置制御による輻輳制御と画像拡大を行えば、特定の一点を手元に引き寄せたかのような効果が得られる。しかし、そのままでは物体が奥行き方向につぶれてしまうという問題が残る。この問題の解決法の一つは、カメラ間距離の拡大により視差量を確保することである。実際の距離の $1/n$ の距離から観察しているかのように見せるためには、カメラ間距離を標準の n 倍に拡大すればよい。このとき、対象物体から見るとちょうどステレオカメラが接近した場合と同一方向に並ぶことになる。

提案手法の適用範囲

前述の方法により対象物体への接近を模擬すると、対象物体近傍では輻輳と視差がほぼ正しく再現されるが、物理的に接近した場合とはそもそもカメラの視点が異なるので、空間全体が自然な3次元空間として表現される訳ではなく、歪みが生じる。

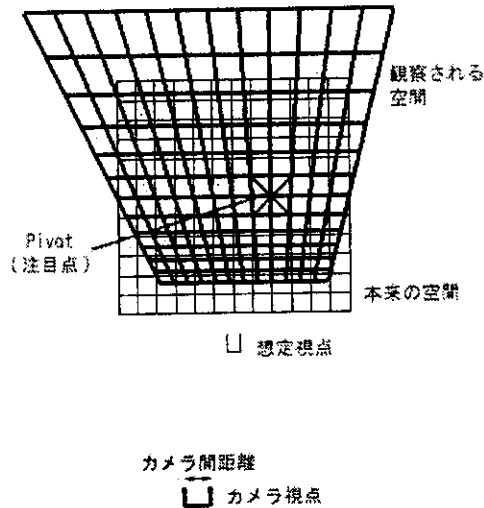


図 3 物理的な視点位置の相違に起因する空間歪み

空間歪の例を図 3 に示す。想定視点 (仮想的に近づいた点) に対する注目物体の位置を前方 80cm、右側 20cm とし、ズーム倍率 2 倍 (実際のカメラ位置は注目物体から 1.6m の位置) とした場合を上面から観察した様子である。注目点付近の奥行きは正しく再現されているが、手前は収縮して、遠方側は膨張して世界が観察される様子がわかる。

D. 考察

物理的にその場にいる場合は歩いて近寄ってみればよいだけであるが、遠隔コミュニケーションにおける状況を考えた場合、その場にいる人にカメラの方へ近寄ってもらったり物をもってきてもらったりするか、逆にカメラの方を移動してもらうなどの手段が必要である。人の手を借りない場合は、カメラをロボットに載せておいてロボットを移動させなければならず、システムとして大がかりかつ高価なものになることが懸念される。

その点、提案手法では立体画像の撮影に必要なステレオカメラヘッド部分の構造を変更するだけでよく、カメラが物理的に前後方向へ移

動することがないので、家庭に設置する場合も例えばテレビモニタの上などあまり邪魔にならない場所に設置することが可能になると期待される。

E. 結論

立体視環境におけるズーム操作について考察を行い、カメラから少し離れた位置にある人や物体を手元へ引き寄せたかのような効果をもたらす撮像・提示手法を提案した。本手法を用いれば、カメラあるいはカメラを搭載したロボットを物理的に移動させなくても、特定の人物や物体へ近寄ったかのような効果を近似的に得ることが可能である。ただし、本手法が有効なのはズームインの対象に設定した点およびその近傍の空間のみであり、その他の空間については逆に立体視に破綻が生じる。実際の使用局面においては、こうしたマイナス要因がどの程度気になるか、主観評価などを行って適用可能性を検証することが必要であり、今後の課題として残されている。

F. 研究発表

1. 論文発表

柳田康幸:バーチャルリアリティのインタフェース, 画像電子学会誌, Vol. 31, No. 6, pp. 987-989, 2002.

柳田康幸:トレイグジスタンス視覚系の最近の研究動向, システム/制御/情報, Vol. 46, No. 12, pp. 745-750, 2002.

2. 学会発表

柳田康幸, 鉄谷信二:トレイグジスタンス望遠鏡の提案, 3次元画像コンファレンス 2002 講演論文集, pp. 145-148, 2002.

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

分担研究報告

分担研究者 土居元紀

厚生科学研究費補助金 (長寿科学総合研究事業)
分担研究報告書

マルチメディアを用いた高齢者支援システムの開発

分担する研究項目：ユーザインターフェースシステム，個人認証・セキュリティ技術

分担研究者 土居元紀 大阪電気通信大学講師

研究要旨：本研究ではマルチメディア技術を高齢者支援に応用する目的で，室内における人物の抽出および追跡について研究を行った。今年度は全方位視覚センサを用いた人物監視システムについて，人物の高さを検出できるようにして転倒等の異常を検出し，異常の可能性がある場合にアクティブカメラを人物に向けて動きを検知する研究を行った。また，人物の状態をプライバシーの侵害感無く低い通信量で通信する「いたわり感通信」の提案を行った。

A. 研究目的

マルチメディア技術により高齢者の家庭生活を支援し，また，発作などの危険を早急に検知して重大な事故を未然に防ぐためには，24時間体制での自動監視が重要となる。また，同居人がいる場合は，個人の年齢や健康状態に応じてサービスの内容を適応させる必要がある。そのために，居住者を検出して追跡し，人物の状態を検出する必要がある。

1年目は部屋の入り口において，監視画像から画像処理によって人物を検出し，頭部を自動追跡して拡大顔画像を撮影するシステムについて報告した。2年目は室内において，複数の全方位画像センサを用いてリアルタイムに人物を追跡し，発作などの危険が予想されるときに人物の追跡結果を基にアクティブカメラを人物に向けて拡大撮影できるシステムについて報告した。

3年目の本年度はリアルタイム人物追跡

システムについて，人物の高さを計測できるように改良した。これにより，人物が経っているか座っているか横たわっているかの判断が可能となり，転倒等の異常の検知が出来る。そして人物が座っていたり横たわっている状況によってアクティブカメラがズームを変えて撮影するようにした。また，高さ検出の精度がよくなれば，同居人と高齢者を身長を手がかりに識別することも可能と思われる。

さらに，人物の状態をプライバシーの侵害感無く低い通信量で通信する「いたわり感通信」の提案を行った。

B. 研究の方法

提案する人物追跡システムは，全方位画像センサを3台，アクティブカメラ1台の計4台を室内の上部に分散して配置し，それらにより得られる画像から，室内の人物の位置を実時間で検出し追跡すると同時に，

人物の状態の異常も検出する。

全方位画像センサは双曲面ミラーに写りこんだ周囲環境の画像をミラーに対面するカメラで撮影するものであり、周囲 360 度の情報を一度に観測できる (図 1)。全方位画像センサで得られた画像上の物体領域に到達する光線を逆に追跡した直線を求め、複数の全方位画像センサについてこの直線を求めてそれらの直線の交点を求めると、物体の 3 次元位置が計算できる。また、アクティブカメラはパン・チルト・ズームをコンピュータにより制御できる。

人物の状態の推定は次のように行う。まず、全方位画像から背景差分と 2 値化、ラベリングにより人物領域を抽出し、人物領域において画像中心より最も遠い点を頭頂点とする。複数の全方位画像から頭頂点の 3 次元位置を推定し追跡する。追跡している人物の静止を検出した場合、人物の状態を高さから判定する (図 2)。人物の高さから立っている状態と識別すれば安全であると判断する。座っていると識別した場合、人物の動きを検出する。全く動きが検出されなければ危険であると判断する。高さ判定で横たわっていると判断したときは、横たわっている場所を確認し、通常寝ない場所であれば危険であると判断する。

危険であると判断した場合は、得られた人物の頭部位置に注目するように、アクティブカメラのパラメータを計算してカメラを人物に向ける (図 3(b))。ただし、人物が横たわっている場合は、人物の中心を画面の中心として人物の全体像が映るようにカメラをコントロールする (図 3(c))。

いたわり感通信では、画像処理により人物の位置と状態を検出して送信し、受信側

で位置と状態の情報から人物を CG アニメーションで表示する。人物は背景差分と 2 値化により検出され、その重心位置と面積から、人物の位置と向き (進行方向) を推定する。

C. 研究結果

実際に人物を追跡して状態を判定するシステムを試作し、室内に設置して位置・高さ推定精度を調べた。その結果、位置では平均 18cm、高さでは平均 7cm の推定誤差があった。

また、いたわり感通信では、実際に人物の歩行画像から位置と向きを推定し、CG アニメーションを生成した。生成画像例を図 4 に示す。

D. 考察

今回、人物の高さの推定による転倒の検知や動き検出による異常の判断等を人物追跡システムに加え、より高齢者の見守りに役立つシステムを構築できた。

人物の高さの推定精度は平均誤差 7cm だったが、起立、着席、横臥を見分けるには十分である。ただし、人物識別の手がかりに用いるにはより高い精度が求められる。

いたわり感通信では CG アニメーションでも人物の歩行を違和感無く表現することが出来た。ただし、より細かい動きについては検出と正確な再現を検討する必要がある。

E. 結論

独居高齢者も遠隔地の家族も安心して暮らせるための独居高齢者見守りシステムといたわり感通信を提案した。システムを試

作り、位置や高さの推定について調べたところ、状態の判断に十分な精度を得た。いたわり感通信では、人物の位置と向き of SPIE/IS&T Electronic Imaging, Vol.5012, 2003. (in press) (2003/1/23 発表済) の推定を行い、CG アニメーションで人物の様子を表すことができた。

F. 研究発表 (研究期間を通じて)

1. 土居元紀, 井口泰典, 千原國宏,他:“セキュリティのための身体特徴抽出”,第 50 回 パ タ ー ン 計 測 部 会 研 究 会 資 料,pp.1-6,2000.
2. 土居元紀, 千原國宏:“インテリジェントセキュリティカメラ”,映像情報メディア学会技術報告,Vol.25,No.22,pp.1-6,2000.
3. 青木優太郎, 土居元紀:“高齢者支援のための人物追跡システム”,電子情報通信学会関西支部第 7 回学生会研究発表講演会,p.91,2002.
4. 青木優太郎, 土居元紀:“全方位画像センサと能動カメラの協調による人物追跡システム”,第 46 回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集,pp.421-422,2002.
5. 土居元紀, 青木優太郎:“全方位画像センサと能動型カメラを併用した人物監視システム”,第 19 回センシングフォーラム資料,pp.71-76,2002.
6. 青木優太郎, 土居元紀:“複数の全方位画像センサと能動型カメラを併用した独居高齢者見守りシステム”,平成 14 年度 情報処理学会関西支部大会講演論文集,p.45-48,2002.
7. Motonori Doi and Yutaro Aoki : “Real-time Video Surveillance System Using Omni-directional Image Sensor and Controllable Camera”, Proceedings

8. 井上博司, 土居元紀:“いたわり感通信の提案”,電子情報通信学会関西支部第 8 回学生会研究発表講演会,p.88,2003.

G. 知的所有権の取得状況

該当無し.

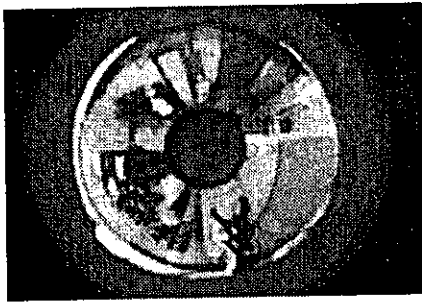


図1 全方位画像センサ取得画像

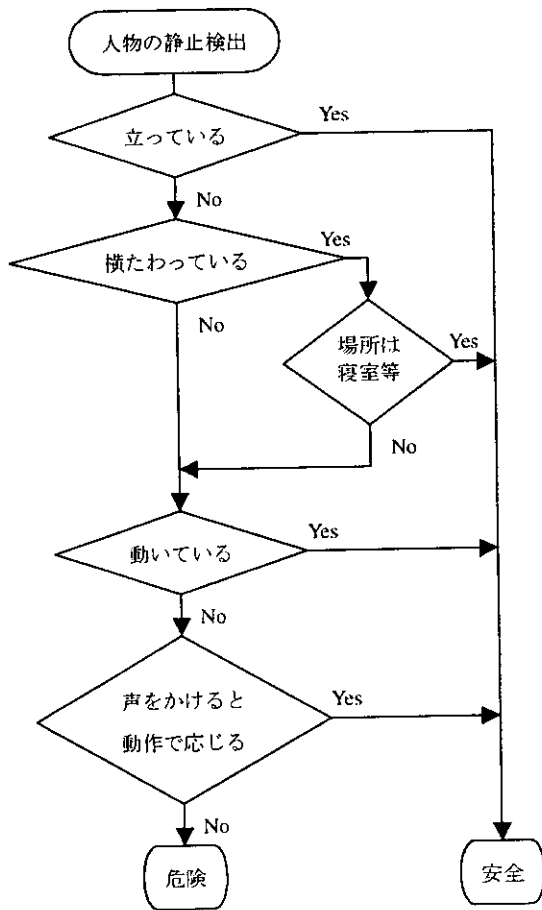


図2 異常検出処理の概略



(a) 注視前

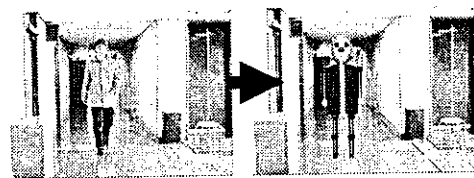


(b) 注視後 (着席)



(c) 注視後 (横臥)

図3 注視画像



Real image

Generated CG

図4. いたわり感通信により生成されたCGアニメーション

III 研究成果に関する一覧

原著論文・解説記事

南部雅幸, 中島一樹, 田村俊世	高齢者在宅健康管理のた めのホームネットワーク システム	システム制御情報学会誌	47-3	141-145	2003
中島一樹, 吉村拓巳, 南部雅幸, 田村俊世	生活の質(QOL)向上のた めの無拘束生体情報モニ タの利用	電子情報通信学会論文誌 A			2002
柳田康幸	バーチャルリアリティの インタフェース	画像電子学会誌	31-6	987-989	2002
柳田康幸	トレイグジスタンス視覚 系の最近の研究動向	システム制御情報学会誌	46-12	745-750	2002

学会発表

M. Nambu, K. Nakajima, and T. Tamura	WWW Based ECG Transfer for Home Care using JAVA Script	IEEE EMBS-BMES 2002	CD-ROM		2002
M. Nambu, T. Suenaga, K. Nakajima, and T. Tamura	Exercise System for the Elderly using Virtual Reality	Gerontechnology 2002			2002
M. Nambu, K. Nakajima, and T. Tamura	An algorithm for evaluation of health condition in the elderly	Japan-Korea Symposium on e-Healthcare 2002			2002
南部雅幸, 一 関紀子, 中島 一樹, 田村俊 世	携帯型加速度モニタ とネットワークを用 いた高齢者用在宅ケ アシステム	第 41 回日本エム・ イー学会大会			2002
南部雅幸, 増 田泰, 吉村拓 巳, 中島一樹, 田村俊世	在宅高齢者の健康管 理を目的とした行動 計測システム	第 45 回自動制御連 合講演会	CD-ROM		2002

柳田康幸, 鉄谷信二	テレイドジスタンス望遠鏡の提案	3次元画像コンファレンス 2002 講演論文集		145-148	2002
Motonori Doi and Yutaro Aoki	Real-time Video Surveillance System Using Omni-directional Image Sensor and Controllable Camera	Proceedings of SPIE/IS&T Electronic Imaging, Vol.5012	5012	in press	2003
井上博司, 土居元紀	いたわり感通信の提案	電子情報通信学会関西支部第8回学生会研究発表講演会		88	2003
青木優太郎, 土居元紀	全方位画像センサと能動カメラの協調による人物追跡システム	第46回システム制御情報学会研究発表講演会		421-422	2002
土居元紀, 青木優太郎	全方位画像センサと能動型カメラを併用した人物監視システム	第19回センシングフォーラム		71-76	2002
青木優太郎, 土居元紀	複数の全方位画像センサと能動型カメラを併用した独居高齢者見守りシステム	平成14年度情報処理学会関西支部大会		45-48	2002

20020180

以降は雑誌/図書に掲載された論文となりますので、
P.31-P.32の「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。