

厚生科学研究費補助金
長寿科学総合研究事業

マルチメディアを用いた高齢者支援システムの開発
(H12-長寿-40)

平成12年度 総括・分担研究報告書

主任研究者

南部雅幸 国立療養所中部病院 長寿医療研究センター 研究員

分担研究者

柳田康幸 東京大学大学院工学系研究科 助手

土居元紀 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 助手

平成13年3月

目次

	頁
I 総括研究報告	3
II 分担研究報告	
1. マルチメディア計測システム	7
南部雅幸	
2. マルチメディア通信システム	19
柳田康幸	
3. ユーザインターフェース・セキュリティシステム	25
土居元紀	
III 研究成果の刊行に関する一覧表および刊行物・別刷り	45

マルチメディアを用いた高齢者支援システムの開発

主任研究者 南部雅幸 国立療養所中部病院長寿医療研究センター研究員

研究要旨：本研究では高齢者の自立した在宅生活を実現するため、情報通信技術を基盤とし、マルチメディア計測システム、マルチメディア通信システム、ユーザインターフェースシステムを融合した、支援システムの構築を目標として研究を行った。初年度の本年は、本システムの基盤となる基本システムの構築とその有効性の検証を行った。

主任研究者 南部雅幸
（国立長寿医療研究センター、研究員）
分担研究者 柳田康幸
（東京大学、助手）
分担研究者 土居元紀
（奈良先端科学技術大学院大学、助手）

るためには、いわゆる情報格差を解消し、情報機器に不慣れな高齢者にも容易に使用可能なユーザインターフェースが必要である。本研究では、これらの問題を解決するためにマルチメディア計測システム、マルチメディア通信システム、高齢者用ユーザインターフェースシステムを開発し、さらにそれらを融合することで、健全な高齢者が自立するために必要な環境を提供することを目的とする。

A. 研究目的

高齢者が高い生活の質（QOL）を維持したまま、自立した生活を営むためには、加齢による身体機能の低下に伴う事故の発生を未然に防ぐ、あるいは、事故の発生を可及的速やかに検出し救援を要請する、さらには、現在の健康状態を保持し、罹患を予防あるいは、早期発見することが必要不可欠である。同様に、外出の機会および他人とのコミュニケーションが現象している高齢者に積極的にコミュニケーションの機会を提供し、医師による診断、介護者による問いかけ、遠隔地に居住する家族との会話を実現することにより、孤独感を解消することも重要である。ところで、現在実用化されている情報ネットワークシステムは、高齢者の使用を前提に設計されておらず、高齢者がその恩恵を受けられないことさえある。そこで、情報ネットワークシステムを高齢者支援に適用す

B. 研究方法

1. マルチメディア計測システム
（南部担当分）

高齢者が安心して自立生活を営むためには、その健康状態を24時間監視し、罹患あるいは事故が発生した際には、それを検出し、外部へ伝達する必要がある。本システムでは、センサシステムとして、高齢者が使用する家具などに健康状態を検出するセンサを実装するとともに、ビデオカメラによって獲得された画像から高齢者の位置および姿勢を抽出する。これらのセンサシステムによって獲得された情報は、電灯線を利用したLANシステムにより収集され、WWWの技術を応用した汎用ソフトウェアにより宅外へ送信される。この情報は、インター

ネット上のホームページと同一の形式で配信されるため、特別なソフトウェアなしで閲覧および診断が可能である。

2. マルチメディア通信システム

(柳田担当分)

高齢者が高い生活の質(QOL)を保持したまま、自立した生活を営むには、他人や家族と積極的にコミュニケーションを図り、社会に参加しているという充実感を持つことが重要である。一方加齢により、身体機能が衰えている高齢者にとっては、外出による身体の負担が若年者にくらべ著しく大きくなるという問題もある。そこで、在宅にしてあたかも宅外の遠隔地へ行ったかのような自然な臨場感を体験可能なシステムを構築する。従来のシステムでは、このような環境を提供するために、大がかりな画像提示システムと人体を拘束する機械装置が必要となる。本システムでは、このような装置を使用せずに固定スクリーンを用いたテレビジョンシステム視覚システムの開発を行った。

3. ユーザーインターフェースおよびセキュリティシステム

(土居担当分)

情報機器を用いて高齢者支援を行う際の問題として、情報機器の操作性があげられることが多い。特に高齢者にとって、これまで馴染みのない、情報端末を操作することは、加齢による視聴覚機能の衰えとの相乗効果により精神的負担となることさえある。したがって、高齢者が、複雑な操作をすることなしに、情報機器を活用可能なユーザーインターフェースを構築することが必要である。本システムは、ビデオ画像から使用者である高齢者を追跡し、対象者の特徴を抽出することで個人識別を行う。その後、この画像はマルチメディア計測システムの入力サブシステムとして機能するだけでなく、セキュリティ技術の一つである個人認証システムとしても機能する。その結果、パスワード

を覚える必要なしに、安全にデータ通信を行うことが可能となる。

[倫理面への配慮]

実験に際しては、実験施設の倫理委員会の承認を得た上で、被験者となる高齢者および家族に書面および口頭にて実験の主旨および方法について説明し、同意を得た上で行った。

C. 結果

1. マルチメディア計測システム

マルチメディア計測システムの内、センサシステムの一形態として体圧計測システムおよびビデオ画像を用いた位置・姿勢検出システムを構築し、その有効性を検証した。その結果、安価なシステムを用いて高齢者の健康状態、位置・姿勢を抽出することが可能であることが確認できた。一方、これらの情報を収集伝達するためのシステムとして、電灯線 LAN を用いたネットワークシステムを構築しその性能評価を行った。その結果、家電機器が発生する雑音の下であっても、高齢者の健康情報を伝送するには十分な容量があることが確認できた。

2. マルチメディア通信システム

本研究では、立体カメラと2台のビデオプロジェクタおよび平面スクリーンにより、遠隔地において3次元画像を提示するマルチメディア通信システムを構築した。その結果、従来のシステムのように、頭部搭載型のディスプレイを使用することなく3次元画像を提示することが可能となった。

3. ユーザーインターフェースシステム

本研究では、室内に設置した小型カメラからの画像をもとに、顔画像の抽出および人物の推定を行った。その結果、通常で歩行する人物について、ほぼリアルタイムに位置、身長を測定を行い、その画像から顔画像を抽出し、人物推定を行うことが可能となった。

D. 考察

それぞれのシステムについて、プロトタイプとしてのシステムが構築されそれぞれの有効性が検証された。マルチメディア計測システムでは、宅内の家具等を実装されたセンサシステムにより計測されたデータを、既存の設備である電灯線を経由して伝送し、データの収集を行うことが可能となった。これまでに提案されている在宅型遠隔医療システムは、その使用のために多種にわたるセンサを使用者自身が装着し、専用のシステムを用いて外部のコンピュータに接続することで外部との通信を行う必要があるが、本システムでは、日常生活中において計測を行い、既存の施設を用いて通信を行うため、使用者に経済的負担を与えることが少ない。また、診断用ソフトウェアも一般的なホームページ閲覧用ソフトウェアを使用するため、診断にあたる医師は、専用のコンピュータあるいはソフトウェアを持ち歩く必要がない。その結果、高齢者の自立生活を24時間見守ることが可能となる。マルチメディア通信システムでは、従来の頭部装着型ディスプレイを使用しないシステムとして、平面ディスプレイを用いたトレイグジスタンス環境を開発し、その有用性が実証された。通常の立体画像提示システムは、使用者に種々の装置を装着させ、その動きを拘束するため、高齢者の使用は困難となる場合があった。本システムでは、視差画像制御用のシャッター眼鏡以外は装着する装置がなく、動きを拘束することはない。本システムが実用化されれば、在宅のまま旅行やショッピングあるいは、遠隔地の家族との面会などが実現可能となり、高齢者の自立生活に貢献すると考えられる。ユーザインターフェースシステムでは、室内の人物を抽出し、身長、顔などの個人の身体的特徴を抽出するシステムを開発し、歩行中の人物の顔画像を抽出することが可能であることが確認された。従来の情報機器は、キーボードや

マウスなどの端末を使用しなければ情報の入力が不可能であった。本システムでは、ビデオ画像から、使用者を特定可能であるため、その制限から解放される可能性がある。また、顔画像を用いた認証システムが使用可能なため、使用者がパスワードを記憶する必要がない。

E. 結論

高齢者の自立生活支援を目的として、基本的なマルチメディアシステムの構築を行い、その有効性を検証した。本年度は、初年度のため、独立した基本サブシステムの構築を行ったが、来年度以降は、これらを統合したシステムを構築するとともに、実用化に向け、高齢者による試験的運用を行い、高齢者特有の問題の抽出・解決と、高齢者のために最適化されたシステムの構築を行う予定である。

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：マルチメディア計測システム

主任研究者 南部雅幸 国立療養所中部病院長寿医療研究センター研究員

研究要旨：本研究では高齢者の自立した在宅生活を支援するため、その健康状態、行動などを24時間見守るためのシステムを開発することを目的として研究を行った。本年度は、本システムを構成する要素システムの内、画像処理を用いて、就寝中の圧力分布を測定するシステム、カメラ画像から、高齢者の位置、姿勢を推定するシステム、さらにこれらのデータを遠隔地において診断に活用するために不可欠なネットワークシステムの構築を行った。

A. 研究目的

高齢者が高い生活の質（QOL）を維持したまま、自立した生活を営むためには、その健康状態を保持し、受傷・罹患を予防あるいは、早期発見することが必要不可欠である。そのためには、日常的な健康状態の計測に基づく疾病の発見や、転倒・熱傷など事故発生の早期発見が必要である。従来技術では、高齢者の健康状態や、位置姿勢を24時間連続して見守ることは不可能であったが、近年の情報技術の発達により、センサと情報通信システムを組み合わせることにより、実現の可能性が期待されている。本研究では、センサシステムと情報ネットワークシステムを組み合わせたマルチメディア計測システムを構築することにより、高齢者の自立生活の支援することを目的とする。本年度は、基本的なシステムを開発し、その有効性を実証する基礎的データを獲得したので報告する。

B. 研究方法

本年度の研究では、以下に示す3つのシステムを構築した。

1. 体圧計測システム

健康状態を日常的に計測するために、特殊なセンサを身体に装着し続けることは不可能であり、高齢者のQOLを低下させる原因ともなる。したがって、家具や天井、壁等にセンサを実装し、その使用を意識せずに健康状態を計測可能なシステムが理想である。本研究では、その一例として、ベッドに装着するだけで、体圧の分布を簡易に計測するシステムを開発した。一方日常的な使用を前提とした場合、高価なセンサを使用することは、使用者に経済的な負担を発生させることになる。従って本システムは、安価な圧力感知フィルムを用いた。図1(a)に示すようにベッドに敷設した圧力感知フィルムに体圧が転写される。この圧力転写パターンを図1(b)に示すように2値化フィルタによる画像処理を行い、体圧集中部を抽出する。この部分の面積を計測することにより圧力集中の評価を行い、健康状態の指標とする。

2. ビデオ画像による位置・姿勢計測システム

高齢者が独居で生活する場合、転倒、昏倒、熱傷などの事故が一旦発生すると、重篤な状態となる可能性は若年者よりも著しく高い。最悪の場合、単なる転倒が、寝たきりから廃用症候

詳となって、死に至る場合すら存在する。したがって、自立生活する高齢者の現在位置および姿勢を自動的に知るためのシステムが必要不可欠である。本研究では、ビデオ画像から高齢者の位置や姿勢を自動的に検出し、遠隔地からその状態をモニタできるシステムを開発した。図3に示すようにビデオ画像から時間的な差分画像を獲得することで、位置を検出する。また、この差分画像に対して輪郭抽出を行い、現在の姿勢を自動的に判断する。ところで、ビデオ画像に基づく位置計測を行う場合、室内にビデオカメラを配置しなければならないが、その場合、常時監視されていることに対する不快感が訴えられる場合がある。すなわち、プライバシーを最優先するシステムでなければ、実用化は不可能である。そこで、本システムでは、画像情報は、位置および姿勢の検出のみに使用するものとし、位置および姿勢データのみを記録するものとした。しかし、位置および姿勢データのみを数値あるいは、2次元グラフにて表示する場合、情報量がきわめて少ないことによる、事故発生の見逃しが懸念される。そこで本研究では、記録データに基づきネットワーク用3次元画像記述言語であるVRML(Virtual Reality Modeling Language)を用いて3次元画像を再構成することが可能なシステムを開発した。

3. 電灯線LANによるネットワークシステム

従来の自立支援システムでは、医師や保健婦などの医療従事者が高齢者宅へ出向くことで、健康状態を管理するため、人手と費用を必要としていた。そのため、高齢者の自立生活の実現は困難であったが、近年ネットワーク技術の発達により診断者である医師は必ずしも高齢者宅へ出向く必要はなく、いわゆる遠隔診断が実現しつつある。1, 2で述べたような計測システムで獲得されたデータは、収集・解析され、サーバに蓄積された後、遠隔診断に使用可能なように、宅外へ送信されなければならない。本

システムでは図6に示すように、宅内の種々の家電機器、情報機器および、センサシステムがネットワークにより統合され、獲得されたデータが宅内に設置されたサーバコンピュータに蓄積・管理されるシステムを提案した。ところで、在来住宅においてこのようなシステムを構築する際、新規にネットワーク用の配線を行うための費用が発生することで、使用者に負担を発生させてはならない。また、盗聴の危険性や、電波障害の原因となる無線通信は極力使用を控えなければならない。そこで、本システムでは、電灯線を用いたネットワークシステムの適用を提案した。また、遠隔診断の際、従来のシステムでは、特殊な機器やソフトウェアを必要としているが、緊急の場合、医師がこれらの機器やソフトウェアを使用できない場合、システムの運用は事実上不可能となる。また、救命救急が必要な場合には、携帯電話などの使用も可能でなければならない。そこで、本研究では、データの伝送量を最適化することにより、インターネット上のホームページの形式で健康情報のモニタが可能なシステムを構築した。

[倫理面への配慮]

実験に際しては、実験施設の倫理委員会の承認を得た上で、被験者となる高齢者および家族に書面および口頭にて実験の主旨および方法について説明し、同意を得た上で行った。

C. 結果

B.で述べたシステムの有効性を検討するため実験を行った。それぞれの実験の結果は以下の通りである。

1. 体圧計測システム

表1に示すように、10名の高齢者に対し本システムを用いて体圧集中の状態を測定した(図2に一例を示す)。実験では、体圧集中を緩和する措置を施した場合について、その前後で体圧集中の度合いを正しく評価可能である

かどうかを検証した。

表 1. 体圧測定の結果

Subject	Without Cushion	With Cushion
1	2968	2514
2	7645	18780
3	34790	14225
4	23868	6551
5	4773	2195
6	7344	2645
7	1847	2769
8	10864	8978
9	5642	3637
10	10005	11061
Average	10974.6	7335.5

その結果、体圧緩和措置後、体圧集中の度合いが有意に低下していることが確認された。

2. ビデオ画像による位置・姿勢計測システム

本システムが正常に機能することを確認するため、実験を行った。まず、人形を用いて位置・姿勢の検出実験を行った。図4に示すように輪郭が抽出され画像の上端からの画素数をカウントすることで姿勢の推定が可能であった。さらに、擬似的に生成した行動パターンを元に VRML による表示を行ったところ図5のような結果となった。

3. 電灯線 LAN によるネットワークシステム

電灯線 LAN によるネットワークシステムを既存の住宅に設置し、データ通信を行った。容量が 1MB のファイルを伝送し、伝送に要した時間およびパケットロス伝送路長を変化させて計測したところ表2のようになった。

表 2 伝送時間とパケットロス

伝送路長	時間(ms)	パケットロス(%)
30cm	70	0
3m	97	0
25m	110	10
配電盤経由	使用不可	-

さらに、汎用データ通信システムとして、ネットワークプログラミング言語 JAVA および JAVA アプレットを用いて実装した。このシステムを用いて心電図(ECG)のデータ(図7)を伝送したところ、電灯線 LAN を用いてリアル

タイム伝送が可能であることを確認した。

D. 考察

1. 体圧計測システム

実験結果より、本システムは、体圧集中の評価システムとして有効であると考えられる。しかしながら、被験者間の差が大きく絶対値による評価は困難であった。これは、体重や栄養状態等の差に起因すると考えられる。そのため、今後何らかの手法により校正が必要であると考えられる。また、圧力感知フィルムの圧力-発色の関係が非線形なため、体圧によっては、発色が飽和する可能性が指摘されている。特に、微少な領域に体圧が集中する場合その傾向が顕著であるが、このような場合、体圧が集中し、褥創が発生する危険があり、その値に関わらず、警告を発し、注意を促すことは可能である。

2. ビデオ画像による位置・姿勢計測システム

実験結果より、本システムが高齢者の位置・姿勢を推定可能であることが確認された。図5において、2次元表示のみで高齢者の位置を表示する手法に対し、VRML による3次元表示を行うことで、位置と姿勢を同時に表示可能である。また、VRML を用いることで、姿勢のみならず、顔画像などのテクスチャ情報や、心電図などの情報も付加して表示することも可能となる。これらの表示に必要なデータ量の差はわずか 10%であった。一方、ビデオ画像を伝送すると仮定するとデータ量は VRML を用いた3次元表示の 1500 倍に達する。そのため、電灯線 LAN や、携帯電話回線などの低容量の回線では伝送することが不可能となる。

3. 電灯線 LAN によるネットワークシステム

実験結果より電灯線 LAN によるネットワークシステムが宅内ネットワークシステムとして十分実用的であることが確認された。ところで、通信経路上に雑音源となるような機器が接続されている場合、伝送速度が設定速度の 10

分の1にまで低下し、パケットロスが増大することが確認された。特に、エアコンや冷蔵庫など、大型のモータを内蔵した機器が起動する際の雑音は通信に著しく影響を与えることが確認された。本システムは従来の周波数変調法を用いたネットワークシステムに対し、周波数拡散法により、雑音に対する堅牢性は向上しているが、このような機器の影響を軽減するため、ノイズフィルタ等の設置が必要である。一方、本ネットワークシステムを用いて高齢者の健康情報を伝送すると仮定する。もっとも容量が大きい ECG をリアルタイムで伝送するとき、1秒あたりのデータ容量は、2k ビットとなる。したがって、雑音の影響により、通信速度が毎秒 10k ビット程度に低下しても十分な余裕をもって通信が可能である。さらに、この通信速度を向上させるためには、搬送波の周波数を向上させることで対応が可能である。現段階では、電波法による規制の対象となっているので、通信速度は限界であるが、今後、本システムが普及することで、法律の改正がなされ、通信速度が向上する可能性もある。電灯線 LAN は、家電メーカーおよび電力会社はその規格制定を始めたところであるが、特に既存の住宅へネットワークシステムを実装する際に有効であると考えられる。

E. 結論

本研究では、高齢者の自立生活を支援する目的で、計測システムおよびネットワークシステムを開発した。これらのシステムを組み合わせ、マルチメディア計測システムを構成することで、高齢者が安心して自立生活を営むことが可能となると考える。来年度は本システムを既存の住宅に実装し、高齢者による試験的運用を行い、健康情報の獲得、伝送および遠隔診断を行い、本システムの実用化に向けた検証を行う。

F. 健康危険情報

該当なし

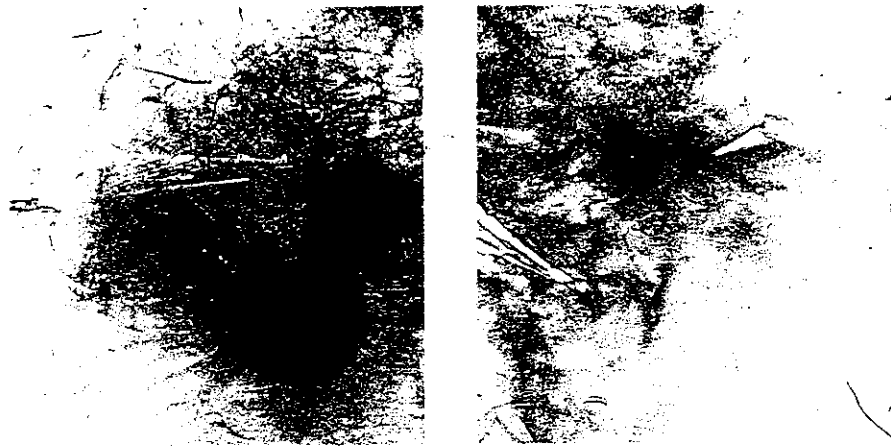
G. 研究発表

1. 南部雅幸、中島一樹、田村俊世：在来住宅での健康管理－電灯線 LAN はどこまで使えるか、第 3 9 回日本エム・イー学会大会予稿集、p34、2000
2. 南部雅幸、中島一樹、川原田淳、田村俊世：電灯線 LAN を用いた高齢者自立支援のためのネットワークシステム、電子情報通信学会技術研究報告 MBE2000-24、pp31-36、2000
3. Nambu M., Nakajima K., Kawarada A., Tamura T.: A System to Monitor Elderly People Remotely, using the Power Line Network, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, TU-Aa201-3, 2000
4. 南部雅幸、久野弘明、一関紀子、吉村拓巳、中島一樹、田村俊世：圧力感知フィルムを用いた画像処理による体圧集中評価、第 1 5 回生体生理学シンポジウム予稿集、pp103-106、2000
5. 南部雅幸、中島一樹、田村俊世：VRML を用いた高齢者用行動評価システム、第 1 5 回生体生理学シンポジウム予稿集、pp81-82、2000
6. 南部雅幸、中島一樹、田村俊世：VRML を用いた高齢者用行動評価システム、第 1 5 回生体生理学シンポジウム予稿集、pp81-82、2000

7. Nambu M., Nakajima K., Kawarada A., Tamura T.:The Automatic Health Monitoring System for Home Health Care, Proceedings of 2000 IEEE EMBS International Conference on Information Technology Applications in Biomedicine, pp79-82, 2000

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし



(a) 圧カフィルムによる体圧パターン



(b) 画像処理後の体圧パターン(集中部)

図1 圧力感知フィルムを用いた体圧測定

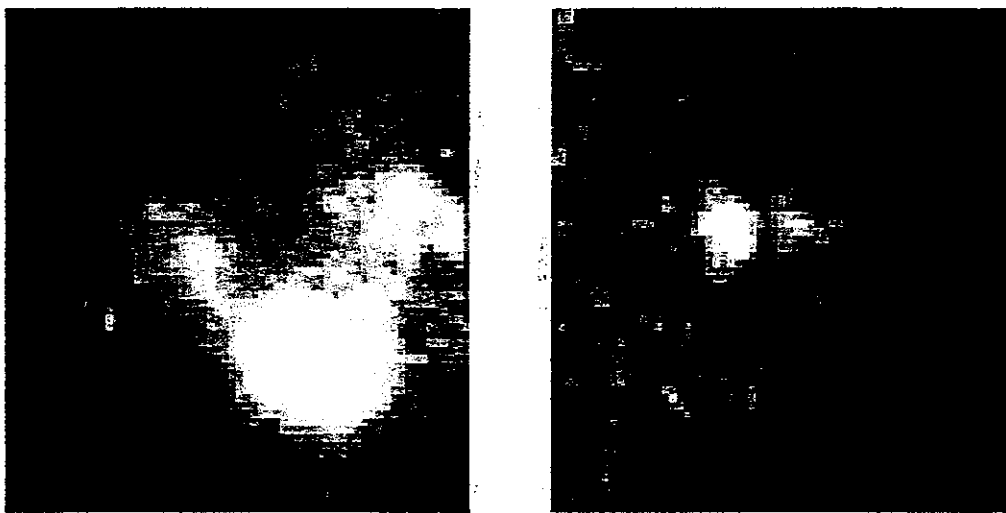
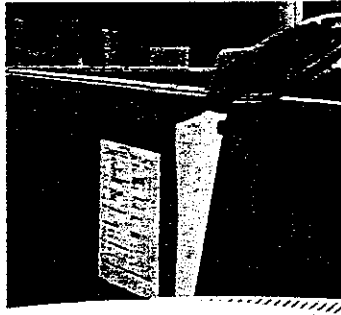


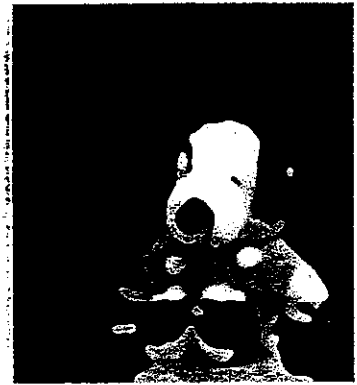
図2 体圧集中部における圧力分布



(a)計測画像

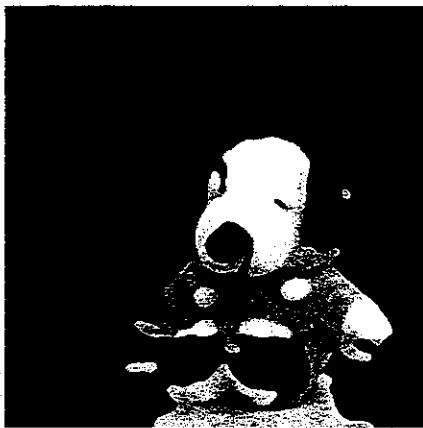


(b)背景画像

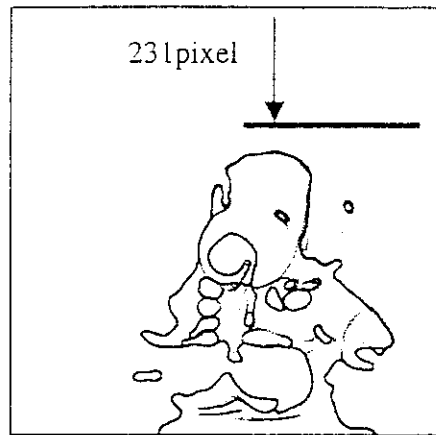


(c)差分画像

図3 ビデオ画像からの人物抽出

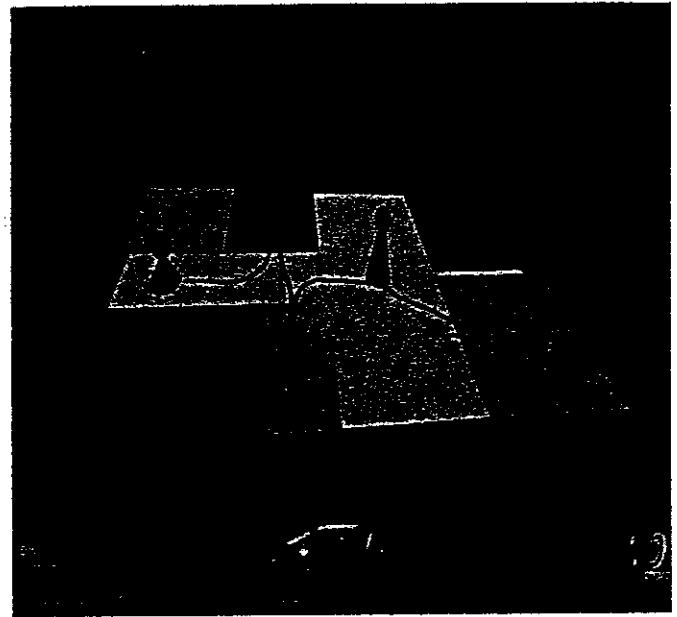
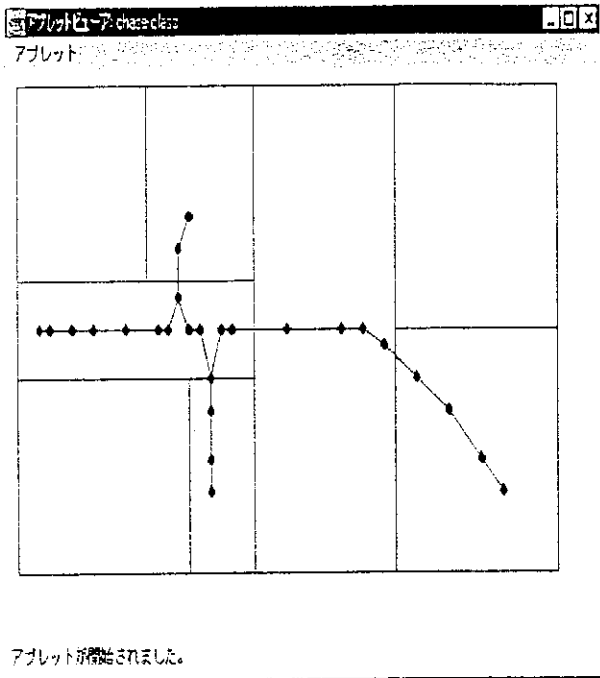


(a)背景画像



(b)姿勢推定

図4 抽出画像からの姿勢推定



(a) 2次元表示 (b) VRMLによる3次元表示

図5 宅内の現在位置および軌跡表示

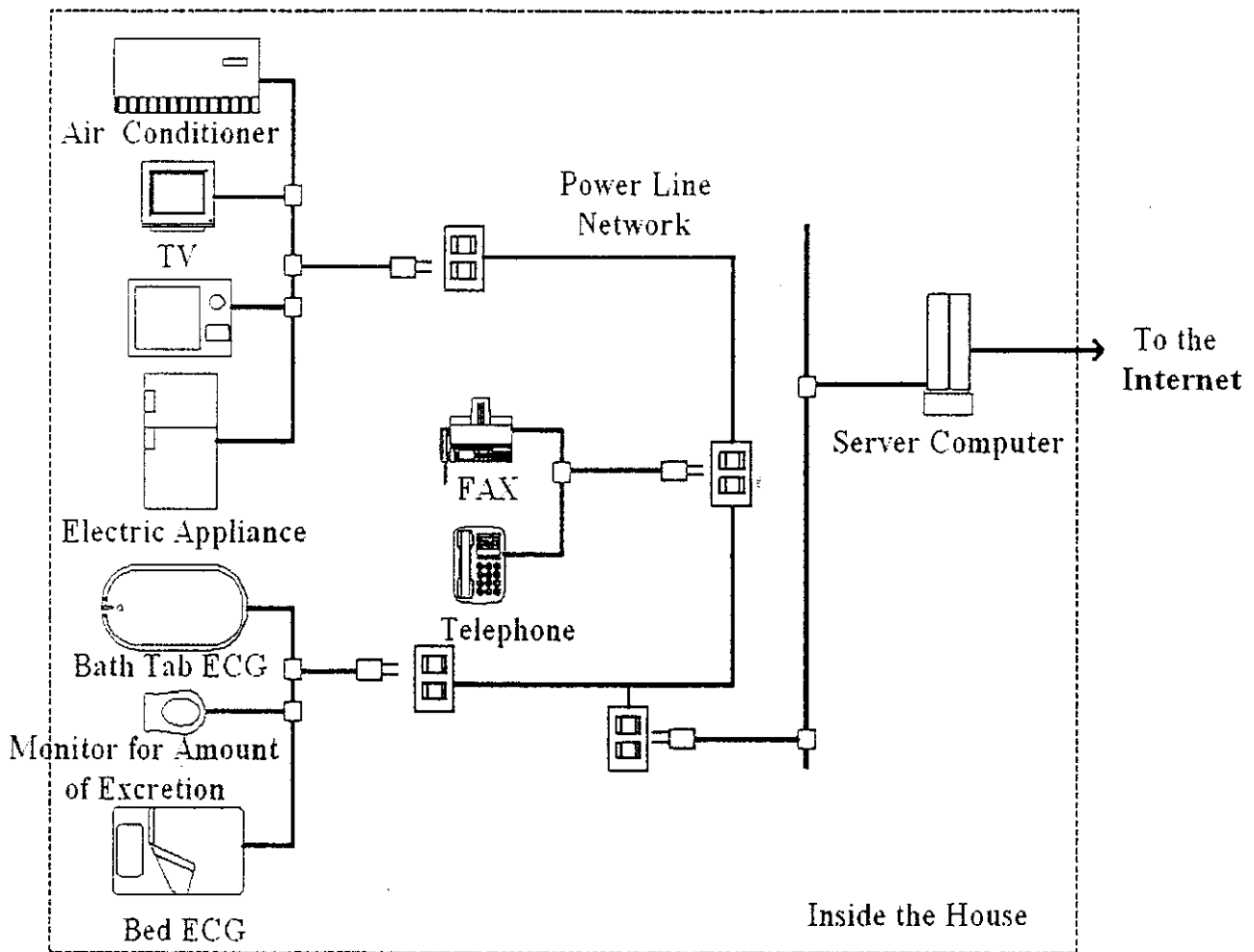


図6 在宅支援のためネットワークシステム

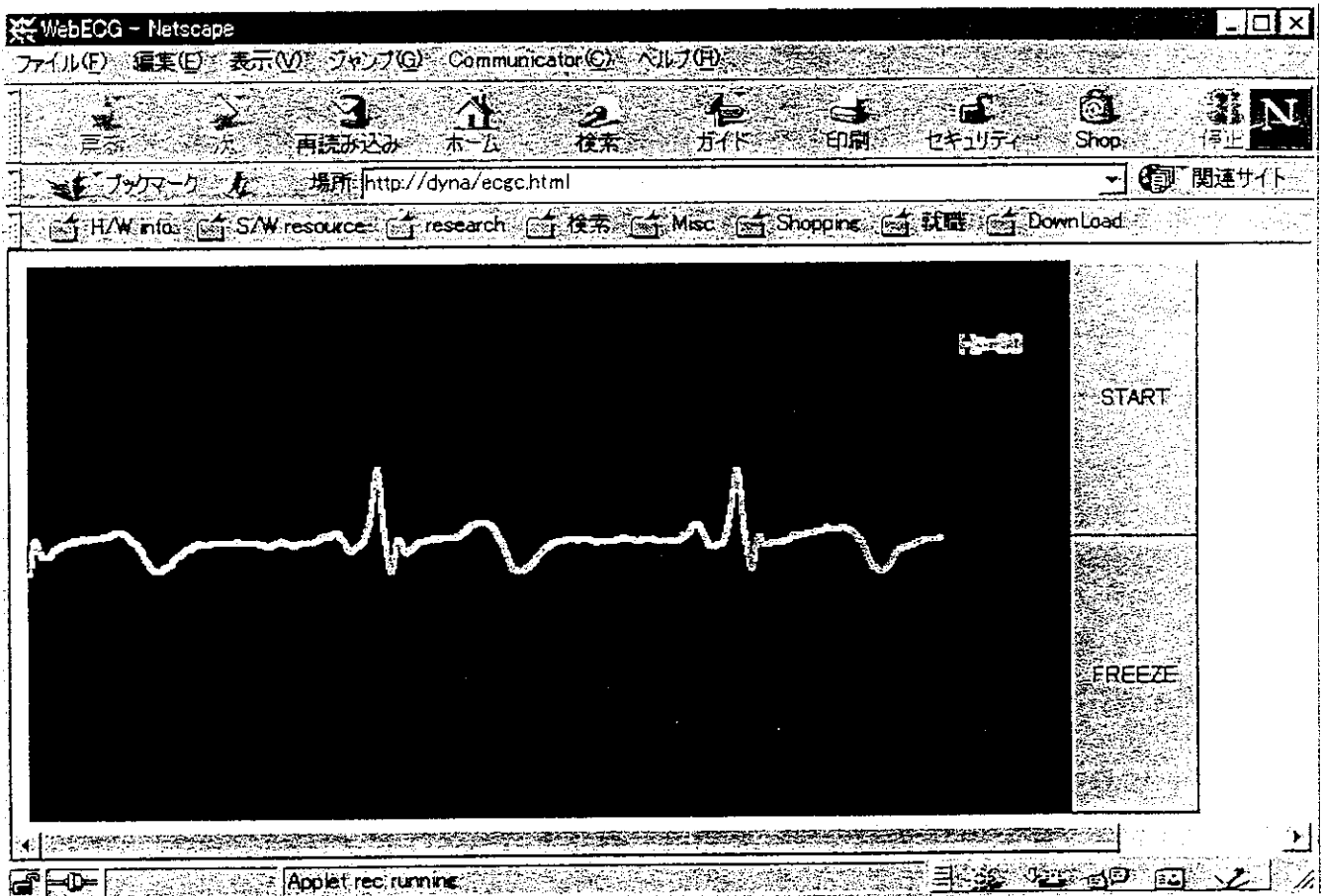


図7 WWWを用いた心電図伝送システム

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：マルチメディア通信システム

分担研究者 柳田康幸 東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻 助手

研究要旨：本研究では、高齢者が遠隔地に居住する家族とのコミュニケーションを行ったり在宅のまま外出や旅行の体験を行ったりすることを目的として、あたかもその場所へ行ったかのような自然な臨場感を体験できるシステムの構築を行う。本年度は、負担の少ない三次元視覚情報提示を行うために固定スクリーンを用いたトレイグジスタンス視覚システムの設計と開発を行った。

A. 研究目的

高齢者が高い生活の質（QOL）を維持し、自立した生活を営むためには、他人や家族とのコミュニケーションの機会を積極的に提供し、孤独感を解消すると共に、外出の機会が減少しがちな状況においては外出の体験を容易にしアクティブな社会生活を営めるようサポートすることが重要である。核家族化が進行し地域に定着して生活することが少なくなっている現代では、子や孫と会ったり親しい友人と会うために長時間の移動を余儀なくされる局面が多く、肉体的・経済的な負担が大きくなっている。こうした状況がコミュニケーションを阻害する一因になっており、もし時間的・空間的な制約から人間を解放することができるならば、高齢者のQOL向上に寄与することができるのではないかと考えられる。

本研究では、遠隔地に居住する家族や他人とのコミュニケーションおよび外出体験の支援を行うため、居ながらにして遠隔環境を臨場的に体験し行動するという、トレイグジスタンスの概念を導入する。トレイグジスタンスは、1980年代初頭に縮らにより提唱され、通産省

主導の極限作業ロボットプロジェクトなどを通してその工学的実現可能性が実証されてきた。近年では、二足歩行ロボットをはじめとするロボティクス技術のブレークスルーと相まって、人間協調・共存型ロボット技術の重要な基礎技術として採用されている。これらの研究開発は主として産業応用を念頭に置いたものであるが、トレイグジスタンスは人間と人間とのコミュニケーションに対しても有効な技術であり、本研究の技術的基礎として採用に値するものであると考える。

同様の概念を持つ技術として、バーチャルリアリティ（VR）が注目を集めている。バーチャルという言葉は「仮想」と訳されてきたが、本来は「形としてはそのものでなくとも効果としては本質的に等価である」という意味であり、架空、あるいは虚構というニュアンスではない。従って、トレイグジスタンスも遠隔の世界をそこへ行ったのと同じように体験するという意味においてバーチャルリアリティそのものであるのだが、狭義のバーチャルリアリティではコンピュータ内に構築された世界を体験するという面が強調されることが多い。バーチャル