

動作のなまりが考えられる。

今回採用したアルゴリズムでは、壁に対して平行に近い角度で接近した時に、衝突を検出しきれない。そこで、側方センサを一つ残し、距離をパラメータとした停止機能は残すこととした。

以上の対応により衝突回避アルゴリズムは図3のように単純化することができた。

2. 衝突回避システムの構成

衝突回避システムの構成を図4に示す。

超音波センサは前側方および側方に取り付けた。前側方センサは電動車いすの前方向から30°の角度をなして取り付けた。超音波センサの構成を図5に示す。コントローラおよび発信回路により、計測用パルスを発生するタイミングを制御する。計測時には送信素子から超音波パルスが発生され、受信素子でその超音波を受け取る。

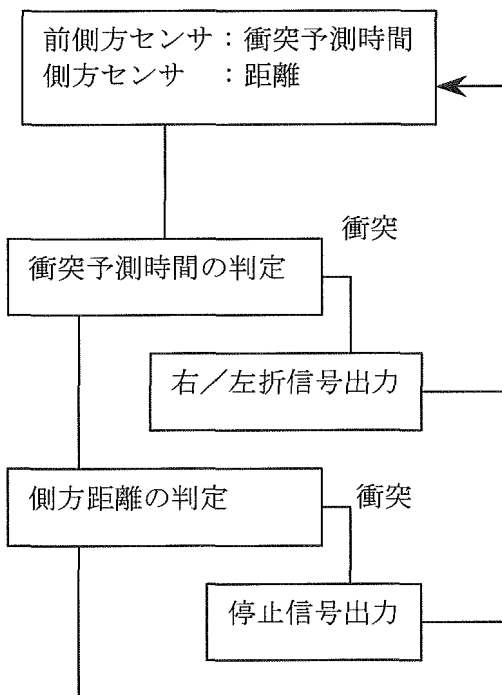


図3 衝突回避アルゴリズム

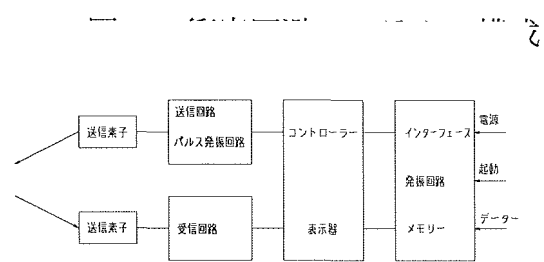
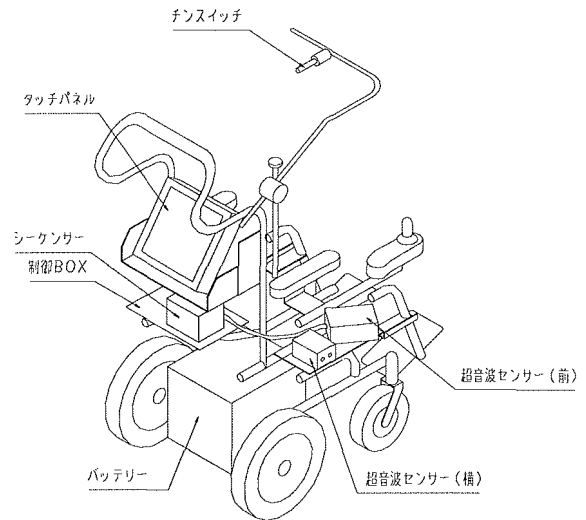


図5 超音波センサの構成

その時間差から距離を計測し、データとして送信する。デジタル表示器も取り付けており、センサ部で計測距離の確認が可能である。

制御ボックスでは図6に示すように、超音波センサの制御およびデータの収集、シーケンサへのデータの転送、電動車いすの入力系(チンスイッチ)の状態の受付と、電動車いす本体(チンコントローラ)への接点信号の送信を行っている。

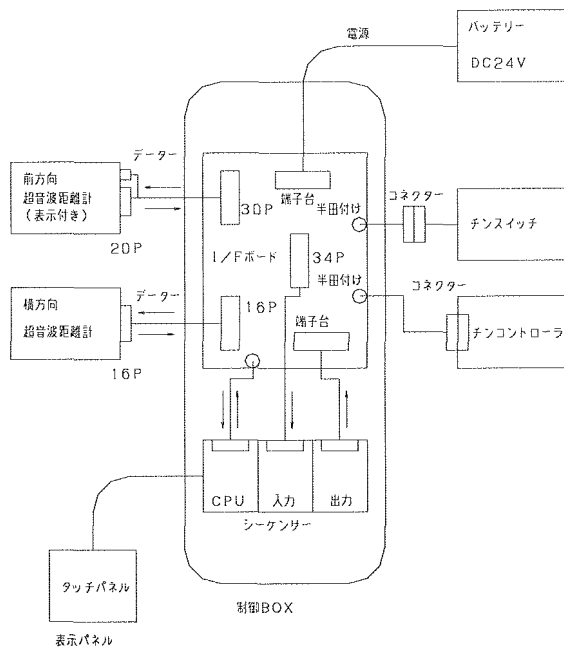


図6 制御ボックスの構造

シーケンサには衝突回避アルゴリズムのソフトウェアが入っており、それにしたがって回避動作を制御している。シーケンサに接続されたタッチパネルでは、センサからのデータの表示、および各種パラメータの入力を行う。図7に衝突回避システムの概観を示す。

3. 衝突回避装置の性能評価

衝突回避装置の性能評価実験の結果、図8に示す結果が得られた。図8にはそれぞれの条件について3回ずつ行った計測結果を示している。

衝突回避パラメータが小さくなるにつれて、接近距離は小さくなり、2秒の時には接触してしまった。これより、設定は3秒程度することが妥当であるという結果が得られた。

また、衝突回避パラメータが5秒の時には接近角度が大きくなるにつれて接近距離が小さくなる傾向が顕著に見られたが、その他の条件ではややその傾向は見られるもの、30° から60° の間ではほぼ同じ接近距離となる結果が得られた。

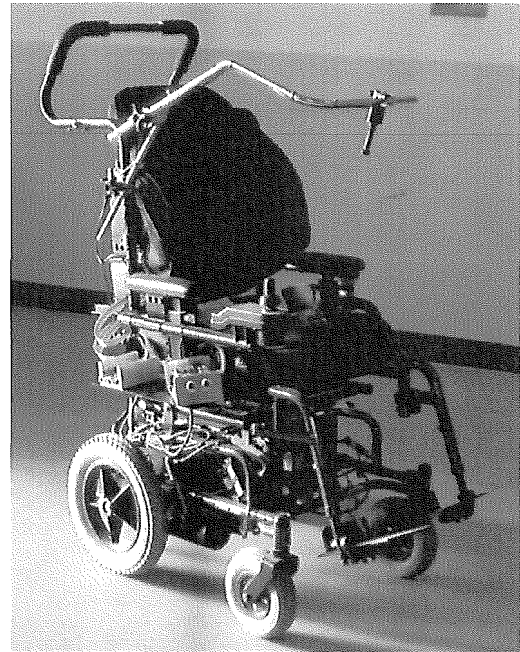


図7 衝突回避システム

D. 考察

1. 衝突回避システムの特徴

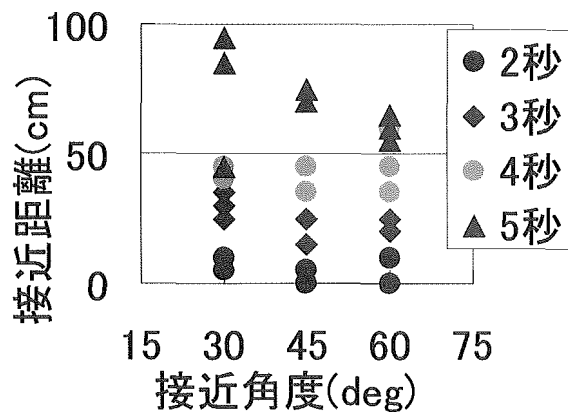


図8 性能評価実験結果

本研究で開発した衝突回避システムは、障害物までの距離ではなく、障害物に衝突するまでの衝突時間をパラメータとしていることに特徴がある。これにより、以下の点が実現されたと考えている。

- 1) 障害物を回避しつつ、ぎりぎりまで接近することが可能である。
- 2) 障害物が動いている場合でも衝突を予測して回避することが可能である。
- 3) 高精度を要求しないため、安価なセンサを用いて実現可能である。
- 4) 単純なアルゴリズムによる衝突回避が可能である。
- 5) 接点式の入力系を持つ電動車いすならば、容易に本システムを取り付けることができ、汎用性あるシステムが実現できた。

2. 衝突回避システムの有効性

本衝突回避システムは、操作が不安定な高齢者・障害者を対象として、施設内で有効性を発揮すると考えられる。高齢者・障害者施設では、ある程度広さの確保された廊下はあるもの、障害者が通行していたり、車いす等が放置されているなどして、危険が多く存在する。本システムでは、廊下ぎりぎりに寄せて走行することや、人などの動いている障害物に対しても反応する。この点で、施設での使用は有効である。

また、本システムでは機械側で自動的に走行を制御する部分が少ないため、操作者の意思を機械が阻害するのは、本当に危険な状況になった時のみである。したがって、操作者の意思を最大限反映した安全確保システムとなっている。そのため、操作者が受けるフラストレーションのような心理的不満感は少ないものと考えられる。

以上の有効性については、今後実用場面で試用しながら検証していく予定である。

E. 結論

重度の障害をもった高齢者・障害者の自立移動を実現するための方策として、電動車いす操

作における操作能力を補助する装置に着目した。そのために、本研究では衝突を回避する装置の開発することを目的とした。

今年度は、昨年度までに開発した衝突回避アルゴリズムの改良、安価な超音波センサの製作、システムの構築および性能評価を行った。アルゴリズムの改良の結果、2つの安価な超音波センサを用いて、単純なアルゴリズムで回避行動を行うことが可能となった。本システムを電動車いすに組み込み、その性能評価を行った結果、最適な衝突回避パラメータ設定値を見いだすことができた。また、その回避特性は、壁への接近角度によらず一定であることが明らかになり、その有効性が示された。

今後は、実用場面での試用評価を行うことで、その有効性を実証していく予定である。なお、装置の試作において、憐キャリパーをはじめとする大田区異業種交流会の協力を得た。

F. 研究発表

1. 論文発表

- ① 井上剛伸，廣瀬秀行，塚田敦史，石濱裕規，数藤康雄，清水健，関寛之；電動車いすシミュレータの活用事例－リアリティ獲得のためのVR技術－，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，6, 3, 203-209, 2001
- ② 井上剛伸；電動車いすでの自立移動と心理的発達，リハビリテーション・エンジニアリング，16, 4, 8-12, 2001
- ③ 井上剛伸，山内繁，数藤康雄，廣瀬秀行，塚田敦史，石濱裕規，二瓶美里；QOLの構成要因に基づいた頭部操作式電動車いすの開発，日本生活支援工学会誌，1, 1, 42-49, 2002

2. 学会発表

- ① 井上剛伸, 数藤康雄, 廣瀬秀行; 電動車いすシミュレータの開発と知的レベル低下者への適用, 第17回バイオメカニズム・シンポジウム前刷, 409-420, 2001
- ② 井上剛伸, 相川孝訓, 伊藤和幸, 横田恒一, 塚田敦史, 廣瀬秀行, 石濱裕規, 数藤康雄, 田村徹, 青木慶; 福祉機器開発におけるボルトネックとその解決策—国リハ研究所福祉機器開発部の事例を基に—, 日本機械学会 機械力学・計測制御講演論文アブストラクト集, 297, 2001
- ③ 井上剛伸, 石濱裕規, 数藤康雄, 内山幹男; 音声認識型電動車いすの個別対応開発, 第16回リハ工学カンファレンス講演論文集, 313-316, 2001

厚生科学研究費補助金長寿科学総合研究事業

移動・移乗システム 携帯用移乗用具の開発

分担研究報告書

田中 理(横浜市総合リハビリテーションセンター)

研究要旨 昨年度製作した2次試作機を用いて、市販品との介助者の操作力の比較を行い、操作力が大幅に軽減したことを確認した。また、2次試作機を基に改良を進め、市販モデルのプロトタイプを製作した。

A. 研究目的

車いすを利用している高齢障害者が日常生活を送る上で、車いすとベッドや自動車等との移乗は本人や介護者にとって大きな負担となっている。移乗介助用具としては、人を吊り上げて移乗させるリフトをはじめ、種々の形式のものが開発され、実用化されてきた。しかし、設置工事が必要であったり、機器が大きいかさばったりするため、在宅で手軽に使用できるものは限られている。また、外出や旅行等のときに容易に携帯できるようなものは実在していない。

本研究では、在宅で手軽に使用でき、さらに外出や旅行のときにも車等に簡単に積み込むことのできる携帯型移乗介助用具を開発することにより、高齢障害者の社会参加を促進し、生活の質の向上を図ることを目的としている。

B. 研究方法

現在市販されている移乗介助用具の中で、携帯機能を実現できる可能性の高い「こまわりさん」を基に以下の3点について検討した。

・軽量でコンパクトに収納できるようにして携帯性

を向上させる

・介護者と被介護者の体重差が大きい場合に介護者の操作力が問題になることがあったため、介護者の操作力を軽減させる

・操作時に被介護者の体幹がずれ落ちるのを防止するためにサドルの支持性を高める

昨年度までの試作で、基本的な構造はある程度目処が立ったため、今年度は介護者の操作力(踏力)の測定を行い、市販品と試作機の比較を行った。

操作力の測定は、荷重を検出する4枚のプレート上で操作を行った(図1)。1のプレートで介護者、2のプレートで移乗機器、3および4のプレートで被介護者の座面、それぞれにかかる荷重変化を測定し、その結果から計算で踏力を求めるという間接的な方法を採用した。被験者は下記の2名で行った。

A. 36歳、女性、外傷性頸髄損傷(C6b)・四肢麻痺、164cm、55kg

B. 29歳、女性、前脊髄動脈症候群・両下肢不全麻痺、157cm、48kg

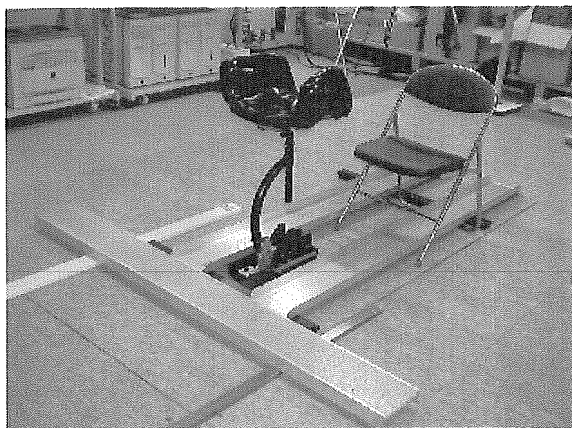


図1 操作力（踏力）の測定

（手前が1のプレート、試作機を置いている所が2のプレート、椅子を置いている所が3、4のプレート）

また、2次試作機を元に、本体強度の改善を行い、市販モデルのプロトタイプを製作した。

（倫理面への配慮）

被験者には本試作機を市販品と比較・評価するための測定であることを説明し、その主旨を理解してもらい、了解を得た上で測定を行った。

C. 研究結果

2名の被験者で介護者の操作力の測定を3回行った結果を図2、3に示す。横軸は測定開始からの経過時間、縦軸は介護者の踏力を表す。

結果は被験者Aでは、試作機の操作力は市販品の50～60%、被験者Bでは約40%で大幅に軽減されたことが確認された。

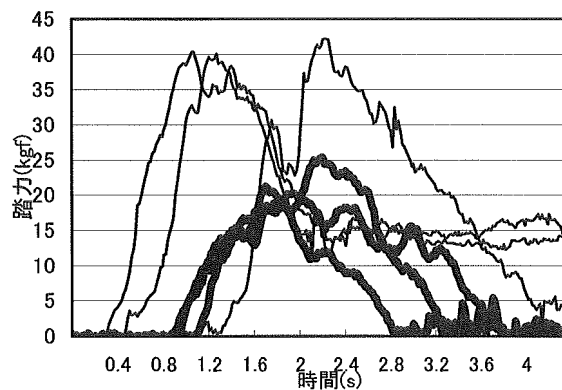


図2 被験者Aの場合の操作力

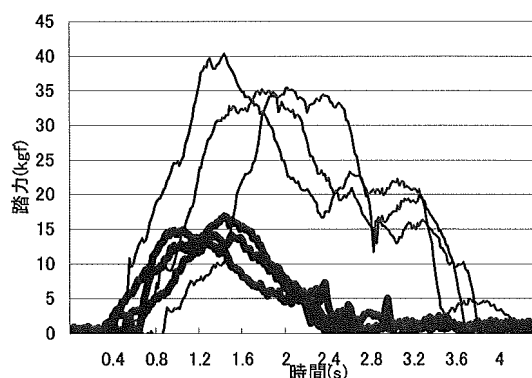


図3 被験者Bの場合の操作力

—— 市販品 —— 試作機

図4に昨年度製作した2次試作機を、図5に本年度製作した市販モデルのプロトタイプを示す。基本的な構造に関しては2次試作機と同じである。2次試作機ではサドルと本体フレームを接続するパイプがアルミ合金では強度的に不足していたので、スチールを使用していた。これに対して、プロトタイプではこの部分をトラス構造のアルミ合金で製作することで、実用的な強度を得た。

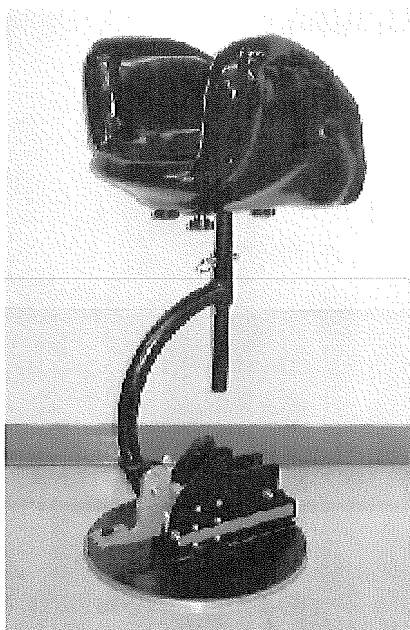


図4 2次試作機

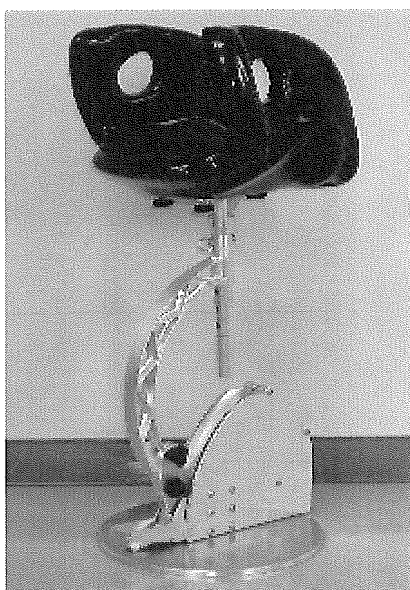


図5 プロトタイプモデル

D. 考察

操作力の測定では、被験者Bに対して、被験者Aの方が市販品に対する試作機の操作力が大きかった。これは、試作機は揚程が低いため、被験者を持ち上げた際に、被験者の膝関節の屈曲が大きく、下肢完全麻痺の被験者Aの場合、下肢で体重を支えることがほとんど不可能であっ

たのに対し、下肢不全麻痺の被験者Bは揚程が低くても下肢で体重を支えることが多少は可能であったためと思われる。被験者Aは試作機の場合、腹部への圧迫が大きいと言っており、下肢への荷重分散がなかったことを裏付けていると考えられる。



図6 膝パッド無



図7 膝パッド有

腹部への圧迫を改善するためには、揚程を大きくする(試作機の位置を被介護者から遠ざける)、あるいは、膝を固定し下肢への荷重分散を大きくする、の2点が考えられる。揚程を大きくす

ると、操作力が大きくなることやリーチの短い介護者の場合に被介護者の位置が遠くなり、手が届きにくくなるという欠点がある。そのため、膝を固定するための膝パッドの試用を行った。

膝パッドを使用していないとき(図6)と比較して膝パッドを使用したとき(図7)には、被験者の膝関節の屈曲が小さく、臀部の位置が高くなっていることが分かる。その結果、腹部への圧迫が改善された。このことから、膝パッドをオプションとして検討することにした。

E. 結論

試作機は、これまでの試用から感覚的には市販品よりも操作力(踏力)が軽減されることが予想されていたが、実際に2名の被験者で操作力の比較を行った結果、2次試作機は市販品の約40～60%の操作力となり、操作力の大幅な軽減が裏付けられた。また、本体部分に関しては強度を向上させ、ほぼ完成形に近づいたと思われる。今後は、さらにフィールドテストを行いながら改良を進め、市販化する予定である。

F. 研究発表

1. 学会発表

宮本晃・他, 「こまわりさん」をベースにした新型移乗介助機器の開発, 第16回リハ工学カンファレンス講演論文集, 377-380, 2001

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
井上剛伸, 廣瀬秀行, 塚田敦史, 石濱裕規, 数藤康雄, 清水健, 関寛之	電動車いすシミュレータの活用事例 –リアリティ獲得のためのVR技術–	日本バーチャルリアリティ学会論文誌	6巻,3号	203-209	2001
井上剛伸	電動車いすでの自立移動と心理的発達	リハビリテーション・エンジニアリング	16巻,4号	8-12	2001
井上剛伸, 山内繁, 数藤康雄, 廣瀬秀行, 塚田敦史, 石濱裕規, 二瓶美里	QOLの構成要因に基づいた頭部操作式電動車いすの開発	日本生活支援工学会誌	1巻,1号	42-49	2002