全方向ステレオシステムを用いた電動車いす走行環境危険検出システムの開発

Development of Running Environment Risk Detection System for Electric Wheelchair based on Stereo Omni-directional System

○佐藤雄隆, 坂上勝彦

産業技術総合研究所 情報技術研究部門

Yutaka Satoh and Katsuhiko Sakaue

Information Technology Research Institute, AIST

1 はじめに

近年、自動車においてはミリ波レーダーやステレオカメラなどを用いて前走車等をセンシングし、速度の自動調整や衝突回避などを行うシステムが既に実用化され、普及が進んでいる。このような機能は電動車いすにおいても重要で、特に障害者が自らの意思で安全に自立移動することを検討する場合には、極めて有用な選択肢になり得る。しかしながら、自動車が排他的な占有空間として整備された道路での移動を前提としているのに対し、電動車いすは室内や人混みなどを含む、あらゆる生活空間での共存が前提となるため、より積極的に走行環境をセンシングするための手段が必要となる。そこで我々は、全天周の高解像なカラー画像と距離情報をリアルタイムに取得する能力を持つ全方向ステレオシステムを電動車いすに搭載し、障害物への衝突や段差による転倒などのリスクを全方向にわたって同時かつリアルタイムに検出するシステムの実現を目指す。

2 システムの概要

図1にシステムの概要を示す。全方向ステレオシステム(図2左)は直径11.6cm、重さ615gという、極めてコンパクトな形状でありながら、全く死角無く全天周のカラー画像と距離情報を高解像度かつリアルタイムに取得することができる⁽¹⁾。全方向ステレオシステムによって取得された全天周のカラー画像および距離情報は、走行環境危険検出機能を実装したコントロールPC(電動車いすに搭載)に配信され、全方向距離情報を用いて障害物や路面の段差等をリアルタイムに検出し、減速および停止制御を行う。また、同じ画像情報を携帯電話回線等を介して遠隔地に配信することが可能で、遠隔支援者は電動車いすのユーザーを含む現地の様子を詳細にモニタしながら、音声通話と併用して円滑な遠隔支援を行うことができる。このように、障害物への衝突など日常頻繁に起こりうる危険に関しては自動的に回避を行い、自動的に対応できない問題が発生した場合には迅速かつ適切な遠隔支援を行うことができる枠組みとすることで、システム全体としての信頼性を高いものにすると同時に、支援者にかかる負担の軽減を狙う。

図2右に実際に試作したシステムの外観を示す。全方向ステレオシステムはユーザーの頭上前方に設置される。この位置は(1)床面からの高さが人間の身長程度(約150cm)となるため、我々の通常の生活空間においてはクリアランスが確保されており移動の障害となりにくい、(2)電動車いすに近い床面も隠れなく観測することが可能である、(3)電動車いす周囲の環境とユーザーの状態を同時に観測可能である、などの特長がある。

本システムにおいて検出対象とする危険因子は次の通りである。(a) 走行障害因子: 床面の凹凸、段差、階段など、(b) 衝突因子: 歩行者、壁など、(c) その他: 空中

図1 Overview.

図2 External view of the proposed system.

に張られたロープや梁など。これらの危険因子を全方向ステレオシステムによって得られる全方向距離情報を用いて検出する。全方向距離情報は全方向ステレオシステムの中心を原点とする統合された3次元座標系で得られるため、直接的に用いることが可能であるほか、そのヒストグラムなどの統計情報を用いることで環境ノイズなどに対してロバストな検出を行うことができる。また、全方向ステレオシステムにおいては、常に全方向を均一に測定しているため、その距離ヒストグラムは走行環境の構造特徴をよく表しており、壁や床の位置など有用な情報を精度良く得ることができる。実走行実験により、2mの距離にある3~4cm程度の凹凸を実際に検出可能であることがわかった。

3 まとめ

全方向ステレオシステムを用いた電動車いす走行環境危険検出システムの開発の概要について述べた。今後は実走行実験を重ね、危険検出機能の高度化を目指す。また、遠隔支援機能の高度化として、没入型ディスプレイへの配信に関する検討を行う予定である。

参考文献

(1) 佐藤, 山本, 桑島, 棚橋, 王, 丹羽, “移動体ビジョンを指向した小型全方向ステレオシステム(miniSOS)の開発”, 第9回画像センシングシンポジウム(SSII03)論文集, pp.311-316, 2003.