

在宅療養患者危険行動検知システムの開発 Development of a dangerous action detection system

鳥山 朋二十 浦島 智十 馬田 一郎 † 中村 正樹 †
Tomoji Toriyama † Akira Urashima † Ichiro Umata † Masaki Nakamura †

1. まえがき

重い病状の患者が入院に必要なベッドの空きを長く待たされるという状況が社会問題化している。厚生労働省によれば、大多数の国民は病気に罹患してもできる限り住み慣れた地域・家庭においてその家族とともに生活し、通常の世界生活を送ることを希望している[1]ことが明らかになっている。これらの問題の解決策として慢性疾患患者に対する医療提供体制について、「在宅患者を支援する医療を重視した医療提供体制」へと転換するという考え方がある。在宅医療は、このような患者の希望を実現するため、患者宅における適切な医療提供を通じて、患者とその家族のQOLの向上を図るものといえる。しかし近年、在宅で療養を続ける患者が、転倒・転落などの事故により再入院してしまうケースが生じている。

回復期リハビリテーションは病気や事故などによって食事や排泄、整容、移動、入浴等などのADL(Activities of Daily Living: 日常生活動作)を自律的にこなせなくなった患者に対して、在宅療養化を目的として入院し医師や看護師、介護士等の目が行き届いた状態で安全に配慮して実施される。自律的にADLが行え、事故が起きる危険がないと判断した上で在宅療養への移行が許可されることになる。患者がそれぞれの回復状況においてどの程度の行動を安全にとることができるかについては、その回復状況から医療従事者が判断し、安全に行えない行動は危険行動として、その行動は患者単独で行うことは禁止される。

しかしながら、在宅療養に移行した患者には医療従事者の目や介護や行き届かなくなり、患者は過信や過失など、様々な理由によって危険行動を起こしてしまうことがある。その行動が自らの行動限界を超える危険行動につながり、ひいては転倒などの事故につながるものである。

2. 関連研究

在宅療養患者の安全を確保する手段として、患者の危険行動を自動検出して、医療従事者等に通知する手段が検討されている([2]など)。しかしながら、危険行動を医療従事者に通知する手段は、検出のたびにナースコールなどの通知が生じ、医療従事者の負担が増大する問題や、事故につながる程度が通知が続くと、その情報自体の信頼性を信用しなくなるという問題がある。さらに、たとえ危険行動を検知しても医療従事者が患者のもとに到達するまでの時間に、事故が生じてしまうという問題もある。また、危険行動が事故につながらないように、例えば車いすから立ち上がった状態を検知すると、自動的にブレーキがかかるなどのシステムも検討され、市販されている([3]など)。しかし、これらもきわめて限定的な危険行動にしか対応でき

† 富山県立大学工学部 Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University

‡ 情報通信研究機構 National Institute of Information and Communications

ていないのが実情である。

3. 危険行動検出システム

在宅療養における危険行動回避の問題を解決するためには、まず回復期リハビリテーションにおいて、医療従事者が行う在宅療養化の許可基準を定量化することと、患者の回復状況を、限られた時間ではなく長期的な状況から判断することが必要である。また、在宅療養化後の患者においては、周りの目が行き届かなくなるため、危険行動を患者本人に通知して危険行動をとらせないようにすることが有効であると考えられる。これらの危険行動はカメラ等を用いて、遠隔監視するといった方法が考えられる。しかし、日常生活を営む在宅療養患者への適用を考慮すると、カメラは個人のプライバシー侵害感が高く、使用抵抗感が大きいと推測される。

本システムは患者の行動を医療機器に埋め込んだセンサによって取得し、その中に潜む危険行動を顕在化し、定量化する。本システムを利用すれば、長時間の患者行動ログと、その中に潜む危険行動を定量的に顕在化可能であるため、検出された危険行動は、医師や看護師などの医療従事者による患者へのリハビリテーション指導の際に利用することにより、患者に対して危険行動をとらないように促す指導に用いることができ、医療従事者による在宅容量判断の指標として用いることが可能であると考えられる。さらに、本システムで顕在化した危険行動をリアルタイムに患者本人や周りの人に伝えることで、患者の危険行動を未然に防ぐことができる。

3.1 システム構成

車いす、ベッド、トイレの壁の手すりに様々なセンサを設置し、これらのセンサからのデータを車いす上のPCで集約。集約したデータを時間で串刺しにして、患者の行動を識別し、行動ログとして長時間蓄積する(図1)。

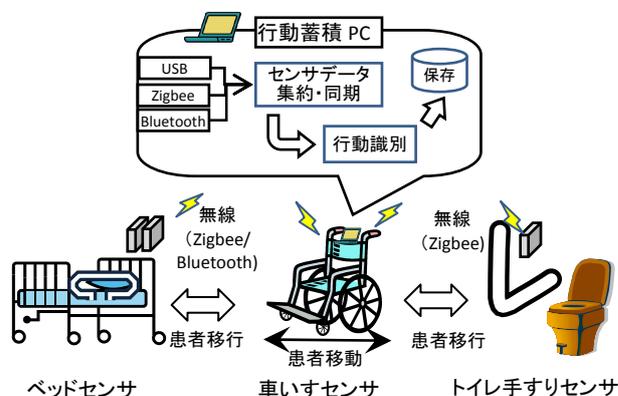


図1 システム構成図

3.2 車いすセンサ

車いすセンサは、患者の姿勢情報を取得するセンサと、車いす状態を取得するセンサから構成されている(図2)。患者の姿勢情報は、背面・座面・手すり・足置きにかかる体重の大きさやバランスによって取得し、不用意に周囲情報を取得しないようにしている。車いす状態としては、車輪の回転の他に、ブレーキ状態や足置き状態を取得することにより、安全な操作手順を順守しているか記録することができる。これらセンサからの情報は同じ車いすに搭載された行動蓄積PCに集約される。

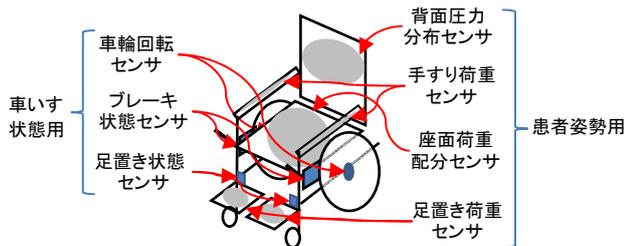


図2 車いすセンサ配置図

3.3 ベッドセンサ

ベッドセンサは、ベッド上での患者の体勢を推定するための重量センサと、ベッドへの乗り降り時に使用される手すりに組み込まれたひずみゲージセンサからなる(図3)。これらのセンサから得られた情報は、無線(Zigbee 及び Bluetooth)により自動的に車いすの行動蓄積PCに送られる。

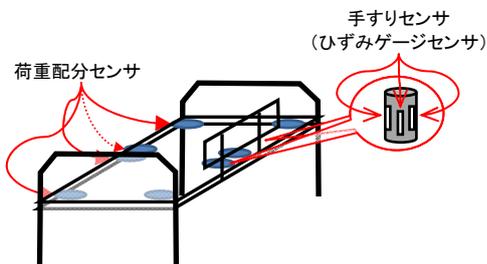


図3 ベッドセンサ配置図

3.4 トイレ手すりセンサ

車いすで利用するトイレには、必ず補助のための手すりが存在する。この手すりを壁から支える支柱にひずみゲージセンサを設置し、患者が車いすからトイレに移動する際の情報を取得する(図4)。これらのセンサ情報も無線(Zigbee)により自動的に行動蓄積PCに送信される

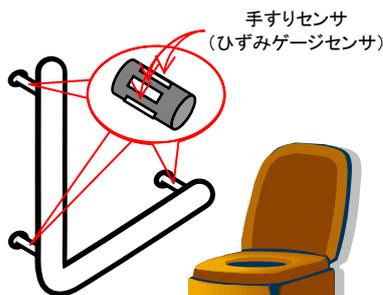


図4 トイレ手すりセンサ配置図

4. 実験

危険行動の一つとしてあげられる車いすからベッドへの移動行動について、試作中のシステムを使用してデータ取得した結果について述べる。図5は実験の様子である。



図5 実験の様子

実験の結果、車いすからベッドへの移動ではベッドに乗り移る瞬間の車いす座面の加重重心の変化とその後のベッド上の加重重心変化に大きな特徴があり、これらの特徴量を学習することで高い識別能力を持たせることができる見込みを得た。

5. 考察

今回の実験では車いすからベッドへの移動行動を検出できる見込みを得たが、この行動はベッドの重量センサの値を特徴量として用いているため、検出ができるのは移動完了後になる。危険行動を行う患者に対して、事後に指導する用途としては十分であるが、危険行動を未然に防ぐ目的で患者や周りの介護者に情報を伝達する情報としては使えない。今回実験を通して、車いすからベッドに移動する患者はベッドの手すりをつかんでベッドに近づくという特徴も検出された。この行動はベッドへの移動前に行われるため、この行動を検出することによって車いすからベッドへの移動行動を事前に予測可能になる可能性があることがわかった。今後、どの程度の精度で行えるか評価を進める。

本論文では、危険行動の一種しか試行していない。今後は医療機関との連携の元、様々な危険行動の検知についても対象として実用化に向けた開発を行う

謝辞

本研究は科研費(10008309)の助成を受けたものである

参考文献

- [1] 厚生労働省報道発表資料, “21世紀初頭に向けての在宅医療について”, <http://www1.mhlw.go.jp/houdou/0906/h0627-3.html>, (1997).
- [2] 茂木ら, “離床行動モデルに基づく転倒転落事故予想ベッドの性能評価”, 電子情報通信学会2009総合大会, A-19-14 (2009).
- [3] “車椅子自動ブレーキ(タイヤグリップタイプ)”, <http://www.medicpro.co.jp/mp-brake.htm>