

審査の結果の要旨

氏 名 内山 瑛美子

転倒とその結果としての骨折は若年者にとっては多くは一時的な歩行能力の喪失にすぎないが、高齢者にとってはその後のクオリティ・オブ・ライフを左右するインシデントとなる。老年医学で呼ぶフレイルでは高齢者の老化に伴う虚弱の要因を、身体の虚弱、精神心理の虚弱、社会性の虚弱として総合的にとらえている。本研究は、高齢者の躓きによる転倒というインシデントに着目し、身体の虚弱と、精神心理、とくに認知機能の虚弱との相関がインシデントに繋がる様態の解明に情報学的に取り組み、仮説立案とフィールドワークによる検証を行った結果をまとめたものである。

第1章は「Introduction」であり、フレイルと転倒が高齢者のクオリティ・オブ・ライフに関わり転倒のリスク評価が重要であることを指摘したのちに、本論文の主題が運動機能と認知機能の衰退が関連して生まれる高齢者の運動変化にあることを表明している。さらに、著者が自ら計測し得られたデータセットに加えて、サルコペニアとフレイルに関するコホート研究である「柏スタディ」のデータセット、転倒による股関節骨折で東京大学附属病院に入院した60歳以上の患者を対象に行ったインタビューとアンケート(GLFS-25)からなるデータセットの3種があることを説明している。

第2章は「Foot Control Analysis for Risk Evaluation of Stumbles of the Elderly」と題して、躓きによる転倒が床の凸凹や障害物を上手くよけられないことにあるとの仮説を立て、高齢者の足の操りの様態を調査した。高齢者が歩み寄ったのちに床に置かれたボールを足で触るタスクを設定し、モーションキャプチャーを用いた計測を行った。

第3章は「Analysis of Depth-Perception Dependency of Foot Control by Pseudo Visuo-Spatial Test」として、第2章と同じ19名の被験者にモニタ上に2次元透視図法で描かれた疑似3次元タスクを与えて、奥行知覚機能が被験者間で分布することを確認した。また、第2章の足の操り機能と奥行知覚機能のあいだに相関があることを述べている。第2章、第3章の被験者は同じ高齢者14名と若年者5名を含んでいる。

第4章は「Classifying Hospitalized Patients of Falls and Fractures by Mining from Functional Inquiries and Semi-Structured Interview」と題して、転倒による股関節

骨折で入院した高齢者に対して実施したインタビュー結果をテキスト化したものとアンケートの回答結果からなるデータセットから、転倒の要因となるものをデータマイニングで調査した。転倒の様態を3分類し、それぞれに共起する単語を明らかにすることで転倒の要因を抽出した。さらに躓き転倒の可能性の推定をGLFS-25のアンケート結果を用いて行う指標を明らかにし、第3章の結果と転倒リスクの高さとの関連を指摘した。

第5章は「Frailty Mother-Set Analysis by Generalizing Enriched Sample-Set Analysis」として、大規模な「柏スタディ」データセットと第2、3章で用いたデータセットの間で、特異値分解によって各々の低次元化された特徴空間を求めた。各々の特徴空間で身体機能に関わる要因と認知機能に関わる要因を表す特徴ベクトルを与えることで2つのデータセットを対比する方法を提案した。さらに、後者のデータセットの高齢者被験者は前者のデータセットにも含まれる共通被験者であることを用いて両特徴空間の間の写像を求めた。これにより異なる計測方法や異なるデータセットの間で写像が可能になり、新たな評価法で求めたデータを過去の蓄積されたデータセットの分布上で評価するなどのデータ評価が可能になる。

第6章は「Conclusion」であり、以上説明した本論文の研究成果をまとめ、結論とした。

以上を要約するに、本論文は高齢者の躓きによる転倒について身体機能の虚弱と認知機能の虚弱が複合的に関わるという仮説を与え、空間知覚と認知機能の相関を2次元透視図法で描いた疑似三次元タスクで評価する方法を開発し、仮説の検証を行った。さらに、運動・脳活動計測やアンケートデータなどからなるデータセットから身体機能の特徴量と認知機能の特徴量ベクトルを抽出し、これらを用いて異なるデータセット間の写像を可能にした。これによって、例えば新たな計測法で求めた高齢者のフレイルに関するデータを古いデータセットの分布上で評価するなど、データセット間を跨いだデータ比較を可能にした。このように本論文は、知能機械情報学に貢献するところが大きい。

よって本論文は、博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。