

論 文 要 旨

[学位論文の題名]

人の移動に関わる情報科学的支援の研究

[氏名] 林 政喜

[学位論文の要旨]

人は動くことなしに生存し続けることのできない生物である。生存条件を高めるには、より高い速度かつ長い距離の移動が必要な場合がある。基本的な移動手段は歩行であり、動力機械が発明された後はより早く、また、より遠くまで移動しようとするときは、動力機械によって移動あるいは物の運搬を行っている。本論では、これらの人の移動に関わる問題を情報科学技術によって支援し、現代社会における人のより豊かな暮らしに貢献するための研究について述べる。

第 I 部では、情報科学技術を用いた歩行支援に関わる研究について述べる。歩行は人の最も基本的な移動手段であり、快適な生活を行う上で欠かすことができない。近年では、外反母趾や変形性膝関節症による歩行機能の障害が多くの人に認知されてきた。そこで、人の快適な歩行を情報科学的立場から支援することによって、健康の維持・増進に貢献することを目的とした。そのために、足サイズを早く正確に計測できる簡便なシステムについての研究、および、歩行時の膝関節にかかる負担評価を支援するための研究を行った。子供など体動の多い人の足サイズ計測には、短時間で計測を行えるカメラ撮影による計測が望ましい。しかし、既開発の足サイズ計測器には、計測精度の問題、計測者による誤差が生じる問題、足背高の計測が不可である問題があった。そこで、足サイズ計測での計測精度を向上させるために、自己発光方式のカメラキャリブレーションを用いた新たな較正手法を開発した。本較正手法による計測精度を検証した結果、その誤差は平均 0.61mm であり、足サイズ計測器として十分な計測精度となった。次に、足サイズ計測における計測基準線の自動決定方法の開発を行った。足サイズ計測を行うために、足サイズ計測基準線の決定を行う必要があったが、計測者が目視で決定を行うために、計測者によって計測値に差があった。そこで、足の爪先形状の特徴を利用した足サイズ計測基準線の自動決定方法を新たに開発した。その結果、足サイズ計測基準線の自動決定においては 588 件中 586 件で第 2 趾尖点と踵骨尖点を決定することができた。これにより、足サイズ計測において、計測者による足サイズの計測誤差が生じる問題を解決できた。さらに、履きやすい靴の製造や選択を行うために足背高の計測も行う必要があった。短時間で計測を行うために、足底面を撮影するとともに、鏡を用いて足側面も同時に撮影し、この撮影画像から足背高を計測する方法を考案し、カメラ撮影方式により足背高を計測可能な足サイズ計測器の開発を行った。足サイズ計測基準線上における踵骨尖点から 55%位置の足背部の高さで検証した結果、計測誤差は平均 0.7mm、最大 1.3mm、最小 0.1mm であり、本計測手法による足背高計測が有用であることを示した。最後に、歩行時における膝関節の回旋運動の計測における膝関節の伸展荷重時を特定し解析を行う手法を開発した。その結果、1/15s の精度で踵接地時点、立脚中期時点および踵離地時点を特定できた。歩行における膝関節の回旋運動の計測が可能となったことで、素足時と靴を履いたときの比較を行うことが可能となった。

第 II 部では、情報科学技術を用いた自動車の安全運転支援に関わる研究について述べる。現代社会において、人や物の輸送は自動車に大きく依存している。その一方で、自動車の需要が高くなるにともない、自動車による交通事故の増加が社会問題となっている。自動車による交通事故を防止するためには、運転者が安全運転についての正しい知識を持ち、それを積極的に実行することが重要であり、運転者への安全運転教育は必要不可欠である。そこで、自動車における安全運転教育を情報科学的立場から支援することによって、

自動車による交通事故を防止することを目的とした。まず、運転者の安全運転に対する意識を改善するために、先急ぎ運転によって得られる損得の実態を調査した。実車による先急ぎ運転の損失分析を行えるシステムを開発し、実車による先急ぎ運転に関しての実験を行った。その結果、先急ぎ運転は旅行時間を平均 6.6% 短縮したが、この差は統計的に有意なものではなかった。その一方で、先急ぎ運転は追突事故発生の可能性のある時間の割合は有意に高かった(平均 37 ポイントの増加)。このことより、先急ぎ運転は必ずしも利益をもたらす運転とはいえないことを数値として明らかにした。安全運転管理者が多くの人を教育するためには、すべての運転行動を見ることなしに不安全的な運転行動を行った事例を発見し、指導することが必要である。そこで、運転行動データにおける不安全箇所判定手法を考案し、運転行動データ中の不安全箇所の検索が行えるシステムを開発した。その結果、短い車間距離での追従走行、短い車間距離での追越し、登録された一時停止規制交差点での一時停止なしでの通過が検出可能となった。これらの情報は安全運転管理者と運転者に提供する必要がある。そこで、Web ページを通して管理者と運転者に運転状況を提供可能なシステムの構築を行った。また、運転者識別機能を付加したことで、運転者毎の管理・教育を可能とした。その結果、管理者は外出先であっても運転者に教育を行うことが可能となり、運転者も自身の運転を客観的に確認することが可能となった。

本論における研究成果によって、人の移動に関わる問題を情報科学技術によって支援することが可能となった。これによって、人のより幸福な生活を実現する一助になったと考えられる。人の幸福な生活のためには快適な移動と輸送が必要である。人の移動に関わる問題を、高度な情報技術によって支援し解決することは、今後の人間社会においても重要な課題であるといえよう。

平成25年 7月11日

情報科学研究科長 殿

審査委員会
主査 合志 和晃

博士学位論文等審査報告書(甲)

論文提出者 林 政喜

論文題名 人の移動に関わる情報科学的支援の研究

審査委員会 主査 九州産業大学 教授 合志 和晃

副査 九州産業大学 教授 成 凱
副査 九州産業大学 教授 下川 俊彦

論文審査結果の要旨

本論文は、歩行と自動車という人の移動について情報科学的な支援についての研究をまとめたものである。人は移動することなしに生存し続けることのできない生物である。生存条件を高めるには、より高い速度かつ長い距離の移動が必要な場合がある。基本的な移動手段は歩行であり、より早く、また、より遠くまで移動しようとするときは、動力機械によって移動あるいは物の運搬を行っている。本論文では、これらの人の移動に関わる問題について情報科学技術によって解決を支援し、現代社会における人のより豊かな暮らしに貢献するための研究について述べている。論文内容は、歩行支援に関する第Ⅰ部と自動車の安全運転支援に関する第Ⅱ部から構成されている。

第Ⅰ部では、情報科学技術を用いた歩行支援に関わる研究について述べている。歩行は人の最も基本的な移動手段であり、快適な生活を行う上で欠かすことができない。近年では、外反母趾や変形性膝関節症による歩行機能の阻害が多くの人に認知されてきた。そこで、本研究は、人の快適な歩行を情報科学的立場から支援することによって、健康の維持・増進に貢献することを目的としている。そのために、足サイズを早く正確に計測できる簡便なシステムについての研究、および、歩行時の膝関節にかかる負担評価を支援するための研究を行った。既存の足サイズ計測器は、それぞれ長所短所があり要求を満たすものがない。そこで、計測精度の問題、計測者による誤差が生じる問題、足背高の計測が不可である問題を解決した足サイズ計測器を開発した。足サイズ計測での計測精度を向上させるために、自己発光方式のカメラキャリブレーションを用いた新たな較正手法を開発した。本較正手法による計測精度を検証した結果、その誤差は平均0.61mmであり、足サイズ計測器として十分な計測精度となった。次に、足サイズ計測における計測基準線の自動決定方法の開発を行った。足サイズ計測を行うために、足サイズ計測基準線の決定を行う必要があったが、計測者が目視で決定を行うために、計測者によって計測値に差があった。そこで、足の爪先形状の特徴を利用した足サイズ計測基準線の自動決定方法を新たに開発した。その結果、足サイズ計測基準線の自動決定においては588件中586件で第2趾尖点と踵骨尖点を決定することができた。これにより、足サイズ計測において、計測者による足サイズの計測誤差が生じる問題を解決できた。さらに、履きやすい靴の製造や選択を行うために足背高の計測も行う必要があった。短時間で計測を行うために、足底面を撮影するとともに、鏡を用いて足側面も同時に撮影し、この撮影画像から足背高を計測する方法を考案し、カメラ撮影方式により足背高を計測可能な足サイズ計測器の開発を行った。足サイズ計測基準線上における踵骨尖点から55%位置の足背部の高さで検証した結果、計測誤差は平均0.7mm、最大1.3mm、最小0.1mmであり、本計測手法による足背高計測の精度が十分であることを示している。最後に、歩行時におけ

る膝関節の回旋運動の計測における膝関節の伸展荷重時を特定し解析を行う手法を開発した。その結果、1/15sの精度で踵接地時点、立脚中期時点および踵離地時点を特定できた。歩行における膝関節の回旋運動の計測が可能となったことで、素足時と靴を履いたときの比較を行うことが可能となっている。

第Ⅱ部では、情報科学技術を用いた自動車の安全運転支援に関わる研究について述べている。現代社会において、人や物の輸送は自動車に大きく依存している。その一方で、自動車の需要が高くなるにともない、自動車による交通事故の増加が社会問題となっている。自動車による交通事故を防止するためには、運転者が安全運転についての正しい知識を持ち、それを積極的に実行することが重要であり、運転者への安全運転教育は必要不可欠である。そこで、自動車における安全運転教育を情報科学的立場から支援することによって、自動車による交通事故を防止することを目的としている。まず、運転者の安全運転に対する意識を改善するために、先急ぎ運転によって得られる損得の実態を調査している。実車による先急ぎ運転の損失分析を行えるシステムを開発し、実車による先急ぎ運転に関しての実験を行った。その結果、先急ぎ運転は旅行時間を平均6.6%短縮したが、この差は統計的に有意なものではなかった。その一方で、先急ぎ運転は追突事故発生の可能性のある時間の割合は有意に高かった(平均37ポイントの増加)。このことより、先急ぎ運転は必ずしも利益をもたらす運転とはいえないことを数値として明らかにしている。安全運転管理者が多くの人を教育するためには、すべての運転行動を見ることなしに不安全な運転行動を行った事例を発見し、指導することが必要である。そこで、運転行動データにおける不安全箇所判定手法を考案し、運転行動データ中の不安全箇所の検索が行えるシステムを開発している。その結果、短い車間距離での追従走行、危険な割り込みや追越し、登録された一時停止規制交差点での一時停止なしでの通過が検出可能となった。これらの情報は安全運転管理者と運転者に提供する必要がある。そこで、Webページを通して管理者と運転者に運転状況を提供可能なシステムの構築を行っている。また、運転者識別機能を付加したことで、運転者毎の管理・教育を可能とした。その結果、管理者は外出先であっても運転者に教育を行うことが可能となり、運転者も自身の運転を客観的に確認することを可能にしている。

以上のように、本論文の研究成果では、人の移動に関わる問題を情報科学に基づく技術を用いて解決する手法を提案するとともに、ソフトウェア開発やハードウェア開発によって実現している。また研究成果の一部は特許になっている。さらに、これらの成果は、靴製造メーカーであるアサヒコーポレーションや自動車教習所である南福岡自動車学校にて既に実際に使用されており社会貢献度も大きい。よって、本論文は博士(情報科学)の学位論文に価するものと認める。

最終試験結果の要旨

本論文に対して、計測方法の定義と情報科学分野であることの確認、本研究にて取得した特許について、既存足サイズ測定装置との違い、安全運転管理教育システムにおける具体的な担当箇所について、従来の不安全運転解析との違い、運転者の車両基地帰還後の教育の方法について、膝の回旋の測定精度の意味について、今後の研究分野について、自動計測や解析の数式について、足型測定器に開発に要した期間等について、取得した特許の範囲について質問がなされたが、いずれも論文提出者から明確な回答が得られた。また、公聴会においては、大学教職員、個人研究者、企業の技術者、学部・大学院の学生等学内外の各方面から計50人を超える多数の出席者があり、多様な角度から活発な質問がなされたが、いずれも論文提出者の明確な説明により、質問者および出席者の理解が得られた。

以上の結果から、論文提出者は最終試験に合格したものと認める。