

氏 名	間邊 哲也
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学 位 記 号 番 号	博理工甲第 867 号
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 22 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	歩行者ナビゲーションにおけるシステムの創成に関する研究 (Studies of Systems Innovation on Pedestrian Navigation)
論 文 審 査 委 員	委員長 教 授 長谷川孝明
	委 員 教 授 大澤 裕
	委 員 教 授 久野 義徳
	委 員 准教授 伊藤 和人

## 論文の内容の要旨

本論文では、歩行者の快適なモビリティ環境の実現を目指して、歩行者ナビゲーションシステムの創成に必要な知見の獲得を目的とした研究を行っている。

近年、歩行者の快適なモビリティ環境に対する需要の高まりから、歩行者ナビゲーションに関する研究開発が盛んに行われている。しかし、歩行者ナビゲーションシステムに関する研究開発の現状は、種々のシステムや実現方法が乱立し、整理・体系化がなされておらず、これらの標準化や新たな研究開発に寄与するツールが必要となっている。

また、歩行者ナビゲーションシステムを実現する際は、マイグレーションを前提としたプラットフォーム指向でシステムを創成することが望ましいが、既存の歩行者ナビゲーションシステムでマイグレーションを明示的に考慮した歩行者ナビゲーションシステムの創成はほとんど行われていない。さらに、歩行者ナビゲーションシステムを実現する上で、ユーザの位置と方向が正確に取得できることは極めて重要であるが、現在広く利用されている GPS や WiFi では正確さや精度に問題があり、特に屋内や建物付近の屋外での利用可能な位置特定手法の高度化が必須となっている。そこで、これらを解決して、歩行者ナビゲーションシステムの創成に必要な知見を得ることが歩行者の快適なモビリティ環境を実現する上で必要となっている。

第 1 章では、本研究の背景と本論文の目的および構成について述べている。

第 2 章では、既存の歩行者ナビゲーションシステムで主に利用されている位置特定手法と位置特定基盤タクソノミーにもとづいて、屋内や建物付近の屋外で利用しやすいグラウンドベースの位置特定手法について整理を行っている。本論文では、歩行者ナビゲーションシステムを利用する際、現在屋外での位置特定に広く利用されている GPS によってユーザの位置が大まかに絞り込まれた状況を前提として、理解や解釈を必要としない直感的で分かりやすい案内を行う WYSIWYAS (What You See Is What You Are Suggested) ナビゲーションの実現に必要なユーザの位置と方向を正確に取得可能な主なグラウンドベースの位置特定手法について述べている。

第3章では、歩行者ナビゲーションシステムの標準化や新たな研究開発に寄与するツールとして、歩行者ナビゲーションコンセプトトリファレンスモデルを提案している。まず、歩行者ナビゲーションコンセプトトリファレンスモデルの作成に際し、そのポイントを明確にするために歩行者ナビゲーションシステムの分類学についてまとめている。次に、歩行者ナビゲーションシステムの分類学に鑑みて、既存および今後出現するあらゆる歩行者ナビゲーションシステムに適用可能で、歩行者ナビゲーションシステムの性格付けを目的とした解析とスムーズな標準化、新たな研究開発に寄与するツールとして、歩行者ナビゲーションコンセプトトリファレンスモデルを作成している。さらに、提案した歩行者ナビゲーションコンセプトトリファレンスモデルを用いた解析例として、既存の代表的な歩行者ナビゲーションシステムの性格付けとその性格を比較する具体例を示し、各システムの性格付けおよび特徴の違いを明確にしている。これらを通じて、歩行者ナビゲーションシステムの標準化や新たな研究開発に寄与するツールの実現例とその効果に関する知見を得ている。

第4章では、ポジショニングサブシステムのマイグレーションを考慮したプラットフォーム指向の歩行者WYSIWYASナビゲーションシステムの構築例とその効果について示している。構築したシステムは、アプリケーションとサブシステムがプラットフォームによって上下に分離された構造をしており、ポジショニングサブシステムのマイグレーションが考慮されている。ここでは、第2章での整理にもとづき、建物内や建物付近の屋外でシームレスに動作し、かつ、WYSIWYASナビゲーションの実現に必要な位置情報と方向情報を正確に取得可能なポジショニングサブシステムとして、タイルカーペットを用いたM-CubITS (M-sequence Multimodal Markers for ITS; M-Cubed for ITS) と可視光通信を採用している。また、モール程度の大型商業複合施設内での移動を想定した評価実験では、構築したシステムを用いることで確実に目的地に到達できることを確認している。

第5章では、モバイル機器内に登録された目的地情報を利用することで、モバイル機器を補佐して案内環境を向上させるインフラ設置機器 (MI WyNE Box; M-CubITS Integrated WYSIWYAS Navigation Environment Box) の構築例を示し、中部国際空港構内での評価を行っている。評価の結果、目的地が決まってからその方向に歩き出すまでの時間が通常のフロアガイド (紙地図) を用いるよりも早くなることを確認し、モバイル機器とインフラ設置機器が対等な立場で協調動作 MICO (Mobile/Infrastructure Collaborative Operation) の可能性の示唆と理論およびアーキテクチャの知見の必要性を述べている。

第6章では本論文を総括している。

以上より、本論文では、歩行者の快適なモビリティ環境の実現を目指して、歩行者ナビゲーションシステムの創成に必要な知見を得ている。

## 論文の審査結果の要旨

本論文の審査委員会は、2012年2月7日に論文発表会を開催した。その発表を含めて学位論文の審査を行った結果を以下に示す。

本論文では、歩行者の快適なモビリティ環境の実現を目指して、歩行者ナビゲーションシステムの創成に必要な知見の獲得を目的とした研究を行っている。

近年、歩行者の快適なモビリティ環境に対する需要の高まりから、歩行者ナビゲーションに関する研究開発が盛んに行われている。しかし、歩行者ナビゲーションシステムに関する研究開発の現状は、種々のシステムや実現方法が乱立し、整理・体系化がなされておらず、これらの標準化や新たな研究開発に寄与するツールが必要となっている。また、歩行者ナビゲーションシステムを実現する際は、マイグレーションを前提としたプラットフォーム指向でシステムを創成することが望ましいが、既存の歩行者ナビゲーションシステムでマイグレーションを明示的に考慮した歩行者ナビゲーションシステムの創成はほとんど行われていない。さらに、歩行者ナビゲーションシステムを実現する上で、ユーザの位置と方向が正確に取得できることは極めて重要であるが、現在広く利用されている GPS や WiFi では正確さと精度に問題があり、特に屋内や建物付近の屋外での利用可能な位置特定手法の高度化が必須となっている。そこで、これらを解決して、歩行者ナビゲーションシステムの創成に必要な知見を得ることが歩行者の快適なモビリティ環境を実現する上で必要となっている。

第1章では、本研究の背景と本論文の目的および構成について述べている。

第2章では、既存の歩行者ナビゲーションシステムで主に利用されている位置特定手法と位置特定基盤タクソノミーにもとづいて、屋内や建物付近の屋外で利用しやすいグラウンドベースの位置特定手法について整理を行っている。本論文では、歩行者ナビゲーションシステムを利用する際、現在屋外での位置特定に広く利用されている GPS によってユーザの位置が大まかに絞り込まれた状況を前提として、理解や解釈を必要としない直感的で分かりやすい案内を行う WYSIWYAS (What You See Is What You Are Suggested) ナビゲーションの実現に必要なユーザの位置と方向を正確に取得可能な主なグラウンドベースの位置特定手法について述べている。

第3章では、歩行者ナビゲーションシステムの標準化や新たな研究開発に寄与するツールとして、歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルを提案している。まず、歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルの作成に際し、そのポイントを明確にするために歩行者ナビゲーションシステムの分類学についてまとめている。次に、歩行者ナビゲーションシステムの分類学に鑑みて、既存および今後出現するあらゆる歩行者ナビゲーションシステムに適用可能で、歩行者ナビゲーションシステムの性格付けを目的とした解析とスムーズな標準化、新たな研究開発に寄与するツールとして、歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルを作成している。さらに、提案した歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルを用いた解析例として、既存の代表的な歩行者ナビゲーションシステムの性格付けとその性格を比較する具体例を示し、各システムの性格付けおよび特徴の違いを明確にしている。これらを通じて、歩行者ナビゲーションシステムの標準化や新たな研究開発に寄与するツールの実現例とその効果に関する知見を得ている。

第4章では、ポジショニングサブシステムのマイグレーションを考慮したプラットフォーム指向の歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの構築例とその効果について示している。構築したシステムは、アプリケーションとサブシステムがプラットフォームによって上下に分離された構造をしており、ポジショニングサブシステムのマイグレーションが考慮されている。ここでは、第2章での整理にもとづき、建物内や建物付近の屋外でシームレスに動作し、かつ、WYSIWYAS ナビゲーションの実現に必要な位置情報と

方向情報を正確に取得可能なポジショニングサブシステムとして、タイルカーペットを用いた M-CubITS (M-sequence Multimodal Markers for ITS) と可視光通信を採用している。また、モール程度の大型商業複合施設内での移動を想定した評価実験では、構築したシステムを用いることで、固定の案内板や手持ちの地図を用いるよりも短時間で確実に目的地に到達できることを確認している。

第5章では、モバイル機器内に登録された目的地情報を利用することで、モバイル機器を補佐して案内環境を向上させるインフラ設置機器 (MI WyNE Box; M-CubITS Integrated WYSIWYAS Navigation Environment Box) の構築例を示し、中部国際空港構内での評価を行っている。評価の結果、目的地が決まってからその方向に歩き出すまでの時間が通常のフロアガイド (紙地図) を用いるよりも早くなることを確認し、モバイル機器とインフラ設置機器が対等な立場で協調動作 MICO (Mobile/Infrastructure Collaborative Operation) の可能性の示唆と理論およびアーキテクチャの知見の必要性を述べている。

第6章では本論文を総括している。

以上のように、当論文で述べられた歩行者ナビゲーションシステムの創成に必要な知見の獲得に関する一連の研究は、工学的に極めて有用であり、博士 (工学) の称号の授与にふさわしいと判定した。