歩行者の方向判断基準を用いた腕時計型ウェアラブル端末向け略地図生成手法

河野 圭亮[1,a)] 新田 知之[2] 石川 和明[2] 柳澤 政生[1] 戸川 望[1,b)]

概要：情報処理機器の発達によりパソコンやスマートフォン，腕時計型ウェアラブル端末などの IT ツール上で地図サービスが多く利用されている．しかし，腕時計型ウェアラブル端末はパソコンやスマートフォンと比べると表示画面が小さい．表示する地図の情報を少なくするものとして略地図が必要となる．腕時計型ウェアラブル端末向け略地図生成手法では次の点を満足する必要がある．(a) 腕時計型ウェアラブル端末は腕に巻くため，画面を傾けて見ることが難しい．表示される歩行経路は 0° や 90° に規格化されるのが望ましい．(b) 腕時計型ウェアラブル端末は拡大縮小の機能が乏しいため，拡大縮小せずとも視認性の良い略地図を表示する必要がある．本稿では，2 地点間略地図に着目し (a)，(b) を満たした腕時計型ウェアラブル端末向け 2 地点間略地図生成手法を提案する．歩行経路を縦横斜めの 8 方向に整形することで，(a) の問題を解決する．ランドマークが重複するように略地図を分割することで， (b) の問題を解決した迷いにくい略地図を生成可能となる．略地図化していない地図を単純に距離で等分化した場合と略地図化して単純に距離で等分化した場合と提案手法を比較し，有効性を確認する．

Comprehensive Deformed Map based on Pedestrian Cognition Generation on Wristwatch-type Wearable Devices

Keisuke Kono[1,a)] Tomoyuki Nitta[2] Kazuaki Ishikawa[2] Masao Yanagisawa[1] Nozomu Togawa[1,b)]

1. はじめに

情報処理機器の発達，高性能化に伴い，携帯端末上で地図サービスが多く利用されている．地図サービスの一つに出発地点から目的地点までの案内を目的とする歩行者向けナビゲーションがある．GPS の発達による現在地の取得により，歩行者向けナビゲーションの研究が活発に進められる [4].

一方，腕時計型ウェアラブル端末の発達に伴い，その上で地図情報処理することの要求が高まっている．腕時計型端末の画面に地図を表示することで，携帯端末のいらない歩行者向けナビゲーションを可能とする．

腕時計型ウェアラブル端末上で歩行者向けナビゲーションを考えたとき，腕時計型ウェアラブル端末はパソコンやスマートフォンと比べると表示画面が小さく，表示する地図内の情報を少なくしなければ視認性が悪くなる．つまり，いかに腕時計型ウェアラブル端末上で簡略化した地図を表示するかが最大のポイントとなる．本稿では出発地点から目的地点までの歩行経路が与えられたとき，2 地点間略地図を腕時計型ウェアラブル端末上に表示することを考える．

腕時計型ウェアラブル端末向け略地図生成手法では次の点を満足する必要がある．(a) 腕時計型ウェアラブル端末は腕に巻くため，画面を傾けて見ることが難しい．表示される歩行経路は 0° や 90° に規格化されるのが望ましい．(b) 腕時計型ウェアラブル端末は拡大縮小の機能が乏しいため，拡大縮小せずとも視認性の良い略地図を表示する必要がある．

これまで 2 地点間略地図生成手法として，筆者らの知る限り [1–3, 5–7] などが提案されてきた．[1, 3] は，規格化された略地図と案内文を生成する手法である．歩行経路の規

1 早稲田大学
Waseda University
2 ゼンリンデータコム
ZENRIN DataCom
a) keisuke.kono@togawa.cs.waseda.ac.jp
b) togawa@togawa.cs.waseda.ac.jp

格化という点で有効である．しかしながら，略地図と案内文を表示しなければならないため，微小画面に表示すると視認性が悪くなる．上記のポイント (a) は満足するが，(b) は満足しない．[2] は，2 次元の歩行経路を 1 次元の歩行経路に整形する手法である．微小画面への表示という点で有効である．しかしながら，歩行経路を全て 0° に規格化しているため，どこで角度変更するべきか理解しづらい．上記のポイント (b) は満足するが，(a) は満足しない．[5–7] は，道路形状を道路構造の一つである「通り」に基づいて整形する手法である．微小画面への表示という点で有効である．しかしながら，0° や 90° に規格化されておらず，上記のポイント (b) は満足するが，(a) は満足しない．つまりこれらの手法はいずれも上記のポイント (a)，(b) を同時に満たしていない．

本稿では，2 地点間略地図に着目しポイント (a)，(b) を満たした腕時計型ウェアラブル端末向け 2 地点間略地図生成手法を提案する．(a) を満足するため，歩行者の方向判断基準 [8, 9] をもとに歩行経路を縦・横・斜めの 8 方向に整形することで，ユーザが理解しやすい略地図を生成する．(b) を満足するため，ランドマークをもとに略地図を分割することで 1 つの略地図を大きくし，視認性を高める．その結果，腕時計型ウェアラブル端末上でも迷いにくい略地図を生成する．

2. SmartWatch 向け略地図生成問題

本章では腕時計型ウェアラブル端末を紹介し，略地図生成問題を定義する．

2.1 SmartWatch

本稿では腕時計型ウェアラブル端末として SmartWatch を取り上げる．SmartWatch [10] は Sony が開発した腕時計型ウェアラブル端末である．画面サイズは縦 51mm，横 36mm であり，解像度は 320 × 320 ピクセルである．図 1 に SmartWatch とモバイル端末の構成図を示す．SmartWatch はモバイル端末と Bluetooth で接続することで使用可能となる．

SmartWatch 上に略地図を表示するには以下の手順をとる．まず，モバイル端末を用いて略地図を生成し，モバイル端末のストレージに略地図を画像として保存する．次に，保存した画像をスライドショーアプリケーションを用いて SmartWatch 上に出力する．

2.2 略地図生成問題

地図データは道路ネットワークとしてグラフ $G = (V, E)$ で表される．V はノードの集合であり，交差点を表す．E はノードとノードを結ぶエッジの集合であり，道路を表す．グラフ G 上の 2 点を始点 s と終点 t とし，s から t に至る歩行経路は，ノード集合 $P_N = \{v_1, v_2, v_3, \cdots, v_n\}$ で

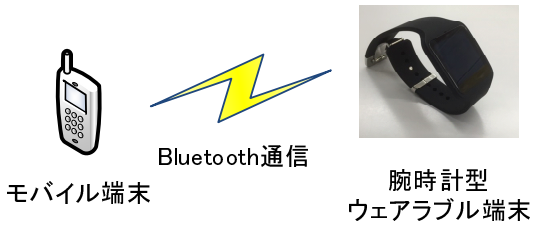


図 1　SmartWatch とモバイル端末の構成図．

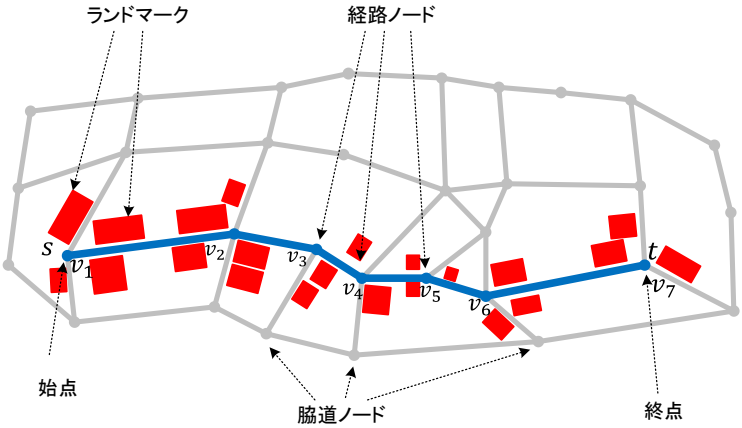


図 2　地図データ．

与えられる．ノード $v_k \in P_N$ を経路ノードと呼ぶ．ノード v_k とノード v_{k+1} はエッジ e_k で接続され，エッジ集合を $P_E = \{e_1, e_2, e_3, \cdots, e_{n-1}\}$ とする．v_k から 1 つ隣にあり，P_N に含まれないノードを脇道ノードと言い，その集合を脇道ノード集合 A と言う．経路ノード v_k に対してその付近に位置するランドマーク集合を $L(v_k)$ とする．図 2 に入力データを示す．

略地図生成問題とは道路ネットワークを表すグラフ G，G 上の 2 点 s，t と st 間の歩行経路 P_N と P_E，P_N の脇道ノード集合 A，加えて，歩行経路を構成する各ノード v_k に対してランドマーク集合 $L(v_k)$ が与えられた時，腕時計型ウェアラブル端末上で見やすいように P_N，P_E，A と $L(v_k)$ を変形することである．このとき，腕時計型ウェアラブル端末上で見やすい略地図を生成するため，略地図を分割しても良いものとする．

3. 歩行者の方向判断基準を用いた SmartWatch 向け略地図生成手法

本章では腕時計型ウェアラブル端末向け略地図生成手法を提案する．提案手法は歩行者の方向判断基準を基に歩行経路を縦・横・斜めの 8 方向に整形することでポイント (a) を解決し，ランドマークを基に略地図を分割することでポイント (b) を解決する．

3.1 歩行者の方向判断基準を考慮した道路整形

山本らの調査 [8, 9] によると，歩行者は 8 方向からなる参照軸を用いて方向認識を行っているため，45° 単位で方

向認識していると言える．そこで，歩行経路を縦・横・斜めの 8 方向に整形する．

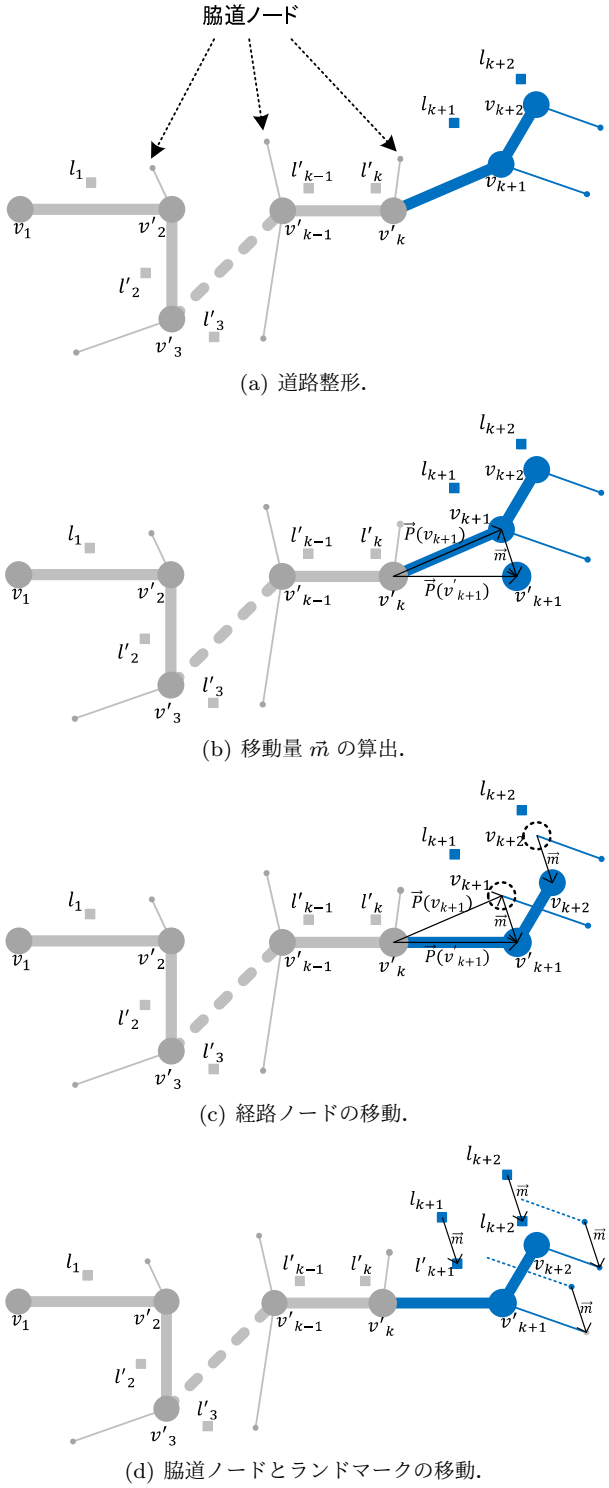
今，与えられた歩行経路 P_N 中の隣接するノード v_k と v_{k+1} を考える (図 3(a))．図 3(a) において，大きい青い円は整形前の経路ノード，小さい青い円は整形前の脇道ノード，大きい灰色の円は整形後の経路ノード，小さい灰色の円は脇道ノードとする．灰色の太線は歩行経路，細線は脇道とする．ノード v_1 からノード v_k まで道路整形済みであり，ノード v_2 からノード v_k は整形後，ノード $v_2^{'}$ からノード $v_k^{'}$ に移動している．同様にノード v_2 からノード v_k に対する脇道ノードとランドマークも移動しているものとする．そして，ノード $v_k^{'}$ からノード v_{k+1} に至る経路を縦・横・斜めのいずれかになるように，ノード v_{k+1} を移動する (図 3(b))．このとき，ノード $v_k^{'}$ からノード v_{k+1} までの距離と，ノード $v_k^{'}$ からノード $v_{k+1}^{'}$ までの距離とが等しくなるよう v_{k+1} を移動することにし，ノード v_{k+1} からノード $v_{k+1}^{'}$ までの移動ベクトルを $\vec{m}$ とする．ノード v_{k+2} からノード v_n のそれぞれを移動ベクトル $\vec{m}$ によって移動する (図 3(c))．そして，ノード v_{k+1} からノード v_n に対応する各脇道ノードとランドマークに対しても移動ベクトル $\vec{m}$ によって移動する (図 3(d))．これらの処理によって，$v_k^{'}$ から v_{k+1} に至る歩行経路の整形が完了する．その後，同様に経路ノード v_{k+2} 以降の整形を行う．

なお，ノード v_{k-1} からノード v_k に至る歩行経路とノード v_k からノード v_{k+1} に至る歩行経路とのなす角が 45° 以下である場合を考える (図 4(a))．図 4(a) において，大きい青い円は整形前の経路ノード，小さい青い円は整形前の脇道ノード，大きい灰色の円は整形後の経路ノード，小さい灰色の円は脇道ノードとする．このとき，単純に v_k からノード v_{k+1} に至る歩行経路を縦・横・斜めのうち最も近いものに整形すると，v_{k-1} から v_k に至る歩行経路を整形したものと重複する可能性がある (図 4(b))．図 4(b) において，赤い実線は $v_k^{'}$ から v_{k+1} に至る歩行経路を単純に縦・横・斜めのうち最も近いものに整形した結果を示す．このような場合，$v_k^{'}$ から v_{k+1} に至る歩行経路を整形する際に 45° ずらすものとする (図 4(c))．図 4(c) は，$v_k^{'}$ から v_{k+1} に至る歩行経路を 45° ずらして整形した結果を示す．

3.2　ランドマーク分割による略地図の微小サイズ化

腕時計型ウェアラブル端末は微小画面のため，表示できる範囲に限りがある．長い歩行経路の略地図を表示すると細部の視認性が悪くなり迷う．長い歩行経路のナビゲーションを実現するために，歩行経路の略地図をいくつかのスライドに分割し，複数の略地図とする．

まず，単純に歩行経路を等間隔に分割することを考える (図 5(a))．図 5(a) において，黒点を経路ノード，赤い四角をランドマークとする．距離で分割すると，略地図を切り替える前と後で全く異なる地図が表示され，歩行者が迷いやすくなることが予想される．



(a) 道路整形．

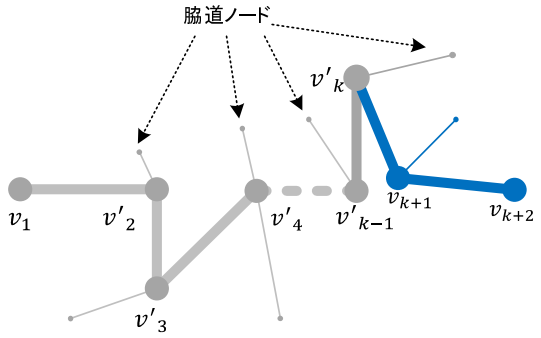
(b) 移動量 $\vec{m}$ の算出．

(c) 経路ノードの移動．

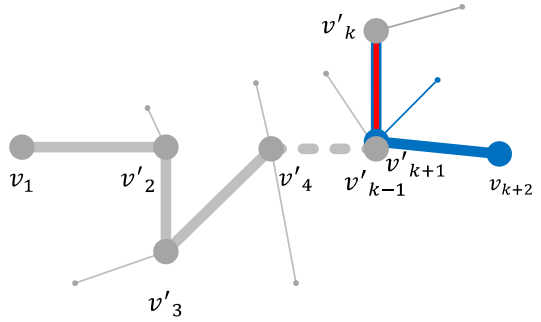
(d) 脇道ノードとランドマークの移動．

図 3　道路整形．

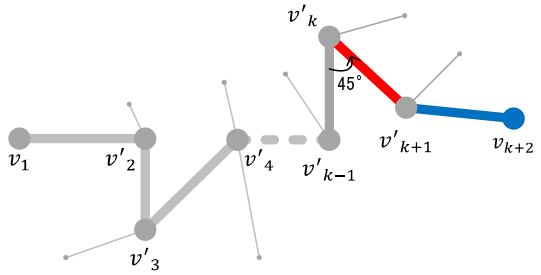
これを回避するために，情報が重複するように分割することを考える．ここではランドマークが重複するように略地図を分割することを提案する (図 5(b))．図 5(b) は，青い四角のランドマークが重複するように分割されている．図 5(c) は，分割した略地図を示す．ランドマークを重複させて分割することで，スライドが切り替わっても歩行者の位置が分かり迷いにくい略地図の生成を可能とする．



(a) 道路整形.



(b) v_{k-1} から v_k の整形後歩行経路と v_k から v_{k+1} の整形後歩行経路とが重複する場合.

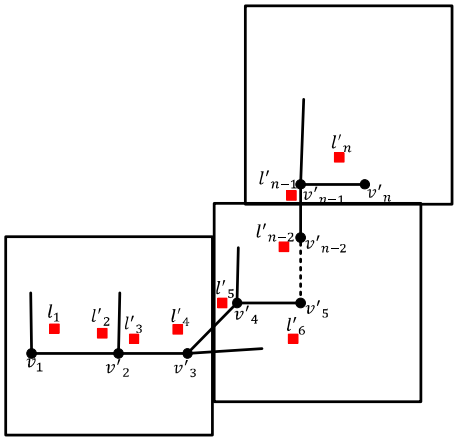


(c) v_k から v_{k+1} の整形後歩行経路を 45° ずらす.

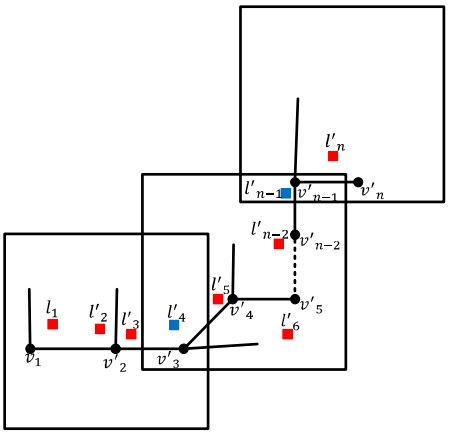
図 4 道路整形 (整形した経路が重複する場合) .

今，歩行経路を構成する経路ノード v_k に対応したランドマーク集合 $L(v_k)$ において，ノード v_k に最も近いランドマークを l_k とする．(図 6(a)) ．各経路ノード，脇道ノード，ランドマークは整形済みであると仮定する．整形後の経路ノードを v'_k $(k = 2, \cdots, n)$ とし，これに最も近い整形後のランドマークを l'_k $(k = 2, \cdots, n)$ とする．ノード v_1 からノード v'_k までの経路は 1 つのスライドとして一画面表示されるものとする．そして，ノード v'_k から始まる経路を次のスライドとして 1 つの画面に表示することを考える．ノード v'_k を分割ノード，ランドマーク l'_k を分割ランドマークと呼ぶ．

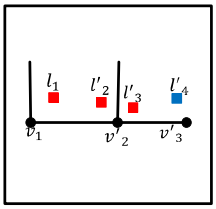
まず実験的に，SmartWatch の画面が 320 × 320 ピクセルのため，1 つのスライドに表示される経路は 110m から 170m であると良い．そこで，ノード v'_i $(i = k+1, k+2, \cdots)$ に対応する最も近いランドマーク l'_i について，分割ランドマーク l'_k に対する距離 $d(l'_k, l'_i)$ に応じてコスト $c(l'_k, l'_i)$ を定義する．



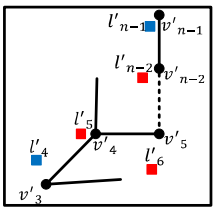
(a) 略地図を距離で分割.



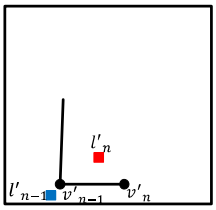
(b) 略地図をランドマークを基に分割.



スライド1



スライド2



スライド3

(c) 分割した略地図.

図 5 略地図分割.

$$c(l'_k, l'_i) = \begin{cases} 100 & (d(l'_k, l'_i) < 110) \\ 35 & (110 \leq d(l'_k, l'_i) < 130) \\ 70 & (130 \leq d(l'_k, l'_i) < 170) \\ 100 & (170 \leq d(l'_k, l'_i) < 200) \\ 120 & (200 \leq d(l'_k, l'_i)) \end{cases}$$

SmartWatch の画面のピクセルが 320 × 320 ピクセルのため，距離 $d(l'_k, l'_i)$ が 130m に近いときコスト $c(l'_k, l'_i)$ は最も小さく設定した．

図 6(a) において，黒の実線は歩行経路と脇道，黒の円は経路ノード，赤の四角はランドマーク，青の四角は分割ランドマークとなる．また，黒の点線は分割ランドマーク l'_k とランドマーク l'_{k+1} の距離 $d(l'_k, l'_{k+1})$ を表している．

また，ランドマークが歩行経路を構成するノードから離れると，歩行者がランドマークを見つけにくく，その結果迷いやすくなる．そこで，ノード v'_i $(i = k+1, k+2, \cdots)$ について，v'_i と v'_i に最も近いランドマーク l'_i との距離 $d(v'_i, l'_i)$ に応じてコスト $c(v'_i, l'_i)$ を定義する．

$$c(v'_i, l'_i) = \begin{cases} d(v'_i, l'_i) & (0 \leq d(v'_i, l'_i) < 70) \\ 100 & (70 \leq d(v'_i, l'_i)) \end{cases}$$

図 6(b) において，黒の点線はノード v'_{k+1} とランドマーク l'_{k+1} の距離 $d(v'_{k+1}, l'_{k+1})$ となる．

さらに経路を構成する各ノード v'_i $(i = k+1, k+2, \cdots)$ について，コスト $c(v'_i)$ を式 (1) で定義する．

$$c(v'_i) = c(l'_k, l'_i) + c(v'_{k+1}, l'_i) \tag{1}$$

そして，最小のコスト $c(v'_i)$ を与えるノード v'_i を求め，ノード v'_k からノード v'_i に至る歩行経路を 1 スライドとして 1 つの画面に表示する．

このとき，ランドマーク l'_k は，v'_1 から v'_k に至る歩行経路と v'_k から v'_i に至る歩行経路に重複して表れ，略地図を切り替える時に迷いにくくなる．また，v'_k から v'_i に至る歩行経路と，v'_i 以降の歩行経路もランドマーク l'_i が重複して表れ，略地図を切り替える時に迷いにくくなる．

3.3 全体フロー

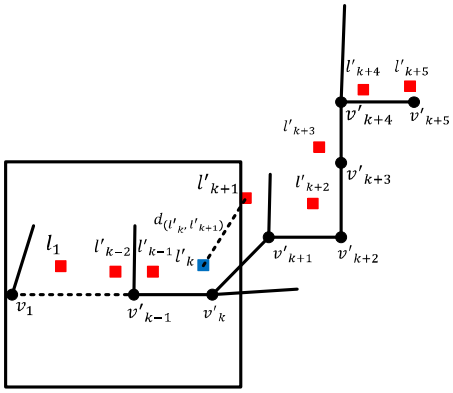
以上をまとめると，略地図生成フローは Phase 1．整形と Phase 2．分割の二つの Phase に分けられる．

3.3.1 Phase 1．整形

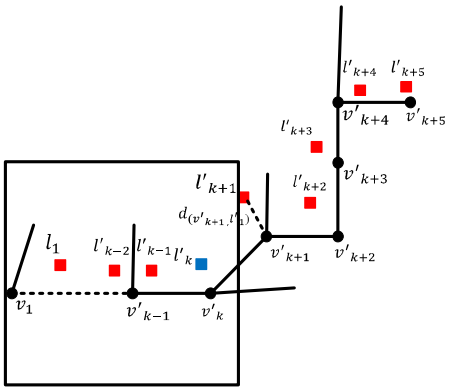
整形の Phase では歩行経路と歩行経路の脇道に対して整形する．以下のステップから構成される．

Phase 1．経路ノード $v_k \in P_N$ の各々について，以下を実行する．エッジ $e_k \in P_E$ と画面の X 軸との交差角度 θ を求める．

(1) $0° \leq \theta < 22.5°$ の場合は整形角度 $\alpha = 0°$ に整形する．
(2) $22.5° \leq \theta < 67.5°$ の場合は整形角度 $\alpha = 45°$ に整形する．
(3) $67.5° \leq \theta < 112.5°$ の場合は整形角度 $\alpha = 90°$ に整形する．
(4) $112.5° \leq \theta < 157.5°$ の場合は整形角度 $\alpha = 135°$ に整形する．
(5) $157.5° \leq \theta \leq 180°$ の場合は整形角度 $\alpha = 180°$ に整形する．
(6) 経路ノード v_k の移動ベクトル $\vec{m}$ を求める．
(7) $\vec{m}$ にもとづき v_k の脇道ノード集合を移動する．
(8) 経路ノード $v_{k+1}, \cdots, v_n$ とこれらに対する脇道ノード，ランドマークについて，移動ベクトル $\vec{m}$ にもとづき移動する．



(a) l'_k と l'_{k+1} の距離 $d(l'_k, l'_i)$ の算出．



(b) v'_{k+1} と l'_{k+1} の距離 $d(v'_i, l'_i)$ の算出．

図 6 ランドマーク分割．

なお，(1)〜(5) において歩行経路を整形した時，直前の歩行経路と重複する場合には整形角度 α に対して $\alpha \leftarrow \alpha \pm 45°$ とする．$+45°$ か $-45°$ かは経路の向きのよって決めるものとする．以上より重ならない整形が可能となる．

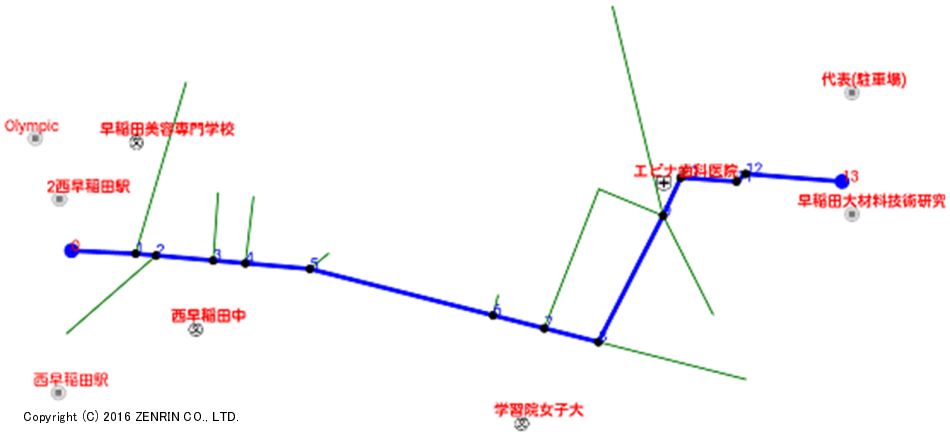
図 7 に実際に整形した結果を示す．

3.3.2 Phase 2．分割

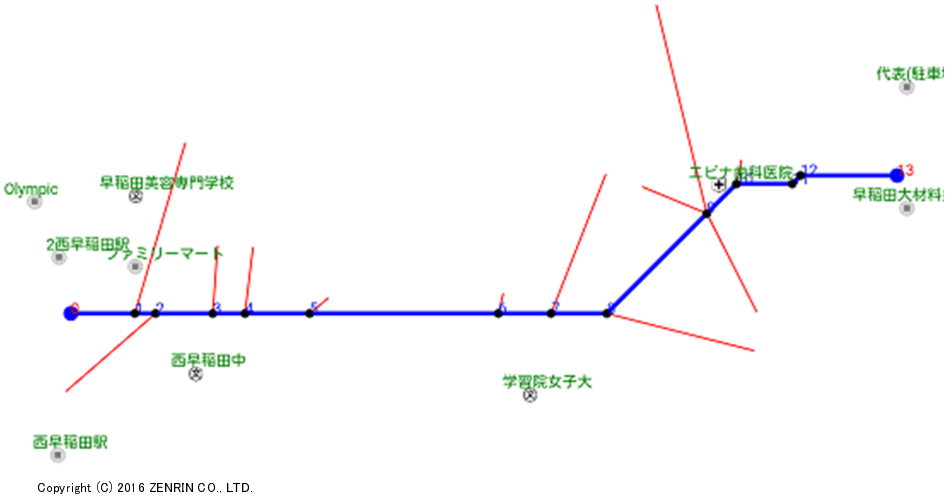
分割の Phase ではランドマークをもとに略地図を複数のスライドに分割する．ランドマーク分割のアルゴリズムを以下に示す．

Phase 2．分割．

(1) ノード v_1 を分割点 p とする $(p = v_1)$．
(2) 分割点 p 以降の整形後の各経路ノード v' についてコスト $c(v')$ を求める．



(a) 整形前.



(b) 整形後.

図 7 整形した歩行経路.

(3) 最小のコストを与えるノード v'_{min} を新たな分割点とする ($p = v'_{min}$).
(4) 歩行経路の最後のノード v'_n が分割点となるまで (2) と (3) を繰り返す.
(5) 求められた分割点で，歩行経路を分割する.

以上によりランドマークをもとにした分割が可能となる.

4. 実験結果

提案アルゴリズムを Java 言語で実装し，タブレット Nexus7 (OS: Android 5.1，CPU: NVIDIA Tegra 3 モバイルプロセッサ，動作周波数: 1.3GHz) と腕時計型ウェアラブル端末 SmartWatch3 (CPU: 1.2GHz,Quad-core，メモリ: 512MB RAM, 4GB eMMC) を用いて略地図を生成した．提案手法の有効性を示すために，以下の 3 つの手法で略地図を生成する.

(1) 略地図化していない地図を単純に距離で等分化した場合 (手法 A)
(2) 略地図化して単純に距離で等分化した場合 (手法 B)
(3) 提案手法 (手法 C)

生成した略地図は全部で 3 種類である．3 種類全て西早稲田周辺であり，距離はそれぞれ 300m，300m，550m である．生成した略地図の一例を図 8，図 9，図 10 に示す．生成した略地図をそれぞれ SmartWatch3 に表示し，歩行実験を行った．被験者は SmartWatch3 に表示された略地図を見ながら歩行経路を歩いた．被験者は男子大学生 9 人，女子大学生 1 人である．被験者に対し，以下の事柄を実験前に口頭で説明した.

(1) 歩行経路を青色の線で示す.
(2) 歩行経路以外の道は脇道として表示している.
(3) 略地図は縦にスライドすることで切り替わる.
(4) 略地図を見ながら目的地まで進む.

目的地へ到達後，被験者はアンケートに回答した．図 11，図 12，図 13 にアンケートの結果を示す.

条件 (a) について提案手法の有効性について考察する．質問「地図を確認する際見る角度を変えるために腕を動かしたか」(図 11(a)) より，手法 A において地図を見る時に見る角度を変えるために腕を動かしたのは 10 人中 6 人であった．手法 B，手法 C においては 10 人中 5 人であった．質問「地図を見る角度を変えるために腕を動かすこと

を不便と感じたか」(図 11(b))，質問「地図を確認する際腕を動かすことで見やすくなったか」(図 11(c)) は質問「地図を確認する際見る角度を変えるために腕を動かしたか」(図 11(a)) で「はい」と回答した人が回答した．質問「地図を確認する際腕を動かすことで見やすくなったか」(図 11(c)) より，手法 A では「あまり見やすくならなかった」と回答した人が 1 人いたことに対して，手法 C では全ての人が「見やすくなった」「少し見やすくなった」と回答した．このことから，表示される歩行経路を 0° や 90° に規格化することで見やすさを向上させることが可能であることが確認できる．しかし，手法 B でも「あまり見やすくならなかった」と回答した人が 1 人いた．このことから，地図の見やすさは歩行経路の規格化だけではなく分割の方法も関係していると考える．

条件 (b) について提案手法の有効性について考察する．質問「自分の位置を確かめるために確認したもの」(図 12(a)) より，10 人中 8 人が自分の位置を確かめるために重複したランドマークを確認している．また，質問「地図の切り替え時に分かりやすかった略地図」(図 13(a)) より，地図の切り替えで分かりやすかった略地図として 10 人中 7 人が手法 C と回答している．このことから，略地図をランドマークを重複するように分割することは迷いにくい略地図の生成において有効であることが言える．しかし，質問「地図を切り替える時自分の位置が分からなくなったか」(図 12(b)) より，手法 A では「感じなかった」「あまり感じなかった」と回答した人が 4 人に対し，手法 B，C では 5 人となった．このことから，地図を切り替える時に自分の位置が分からなくなるのはランドマークの情報だけではなく，歩行経路の規格化も関係していると考えられる．

質問「総合的に分かりやすかった略地図」(図 13(b)) より，総合的に分かりやすかった略地図として 10 人中 9 人が手法 C と回答している．このことから，手法 A，手法 B，手法 C の中において手法 C の有効性を示すことができた．

5. おわりに

本稿では 2 地点間略地図に着目し，歩行者の方向判断基準を用いた腕時計型ウェアラブル端末向け略地図生成手法を提案した．整形では，歩行者の方向判断基準 [8, 9] を基に歩行経路を縦横斜めの 8 方向に整形することで，ユーザが理解しやすい略地図を生成した．分割では情報を重複させるために，ランドマークを重複させて分割することで，迷いにくい略地図の生成を可能とした．評価実験の結果より，略地図化していない地図を単純に距離で等分化した場合 (A) と，略地図化して単純に距離で等分化した場合 (B) と提案手法 (C) を比較し提案手法の有効性を示した．

今後は，多少の遠回りを許容し，ユーザにとってより理解しやすい歩行経路を提案することでより迷いにくい略地図の生成を目指す．

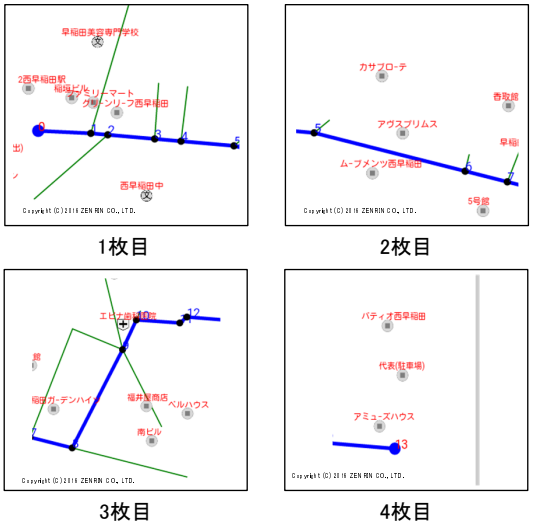


図 8　略地図 (手法 A) .

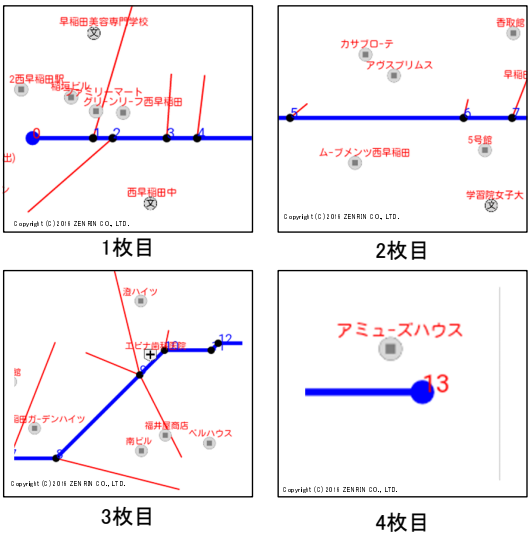


図 9　略地図 (手法 B) .

参考文献

[1] 馬場口登, 堀江政彦, 上田俊弘, 淡誠一郎, 北橋忠宏, “経路理解支援のための略地図とその案内文の生成システム,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J80-D-II, no. 3, pp. 791–800, 1997.

[2] D. Wenig, J. Schoning, B. Hecht, and R. Malaka, “StripeMaps: improving map-based pedestrian navigation for smartwatches,” in *Proc. MobileHCI’15*, pp. 52–62, 2015.

[3] 木村俊洋, 鈴木祥宏, 淡誠一郎, 馬場口登, 北橋忠宏, “地図道路構造のモデル化とそれに基づく略地図と案内文の生成,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU96-492, pp. 113–120, 1997.

[4] 生田目宏昭, 神戸英利, 三井浩康, 小泉寿男, “歩行履歴情報を基にした歩行者ナビゲーションシステムの構築,” 情報処理学会研究報告, IPSJ2008-GN-066, pp. 13–18, 2008.

[5] 永田剛彦, 前田義信, “エージェントを用いた略地図における地理情報選択モデルの提案,” ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, pp. 479–484, 2006.

[6] 二宮直也, 戸川望, 柳澤政生, 大附辰夫, “認知科学を応用した微小画面向け略地図生成手法とその統計的評価,” 電子情報通信学会論文誌 A, vol. J91-A, no. 9, pp. 869–882,

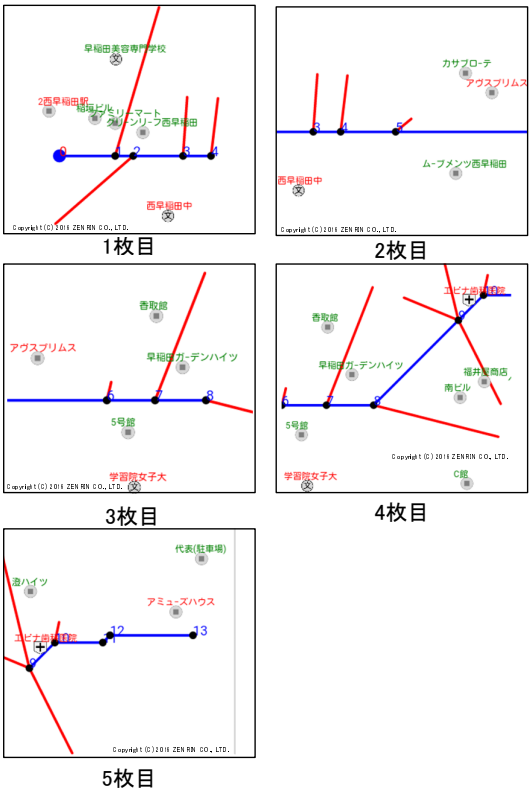
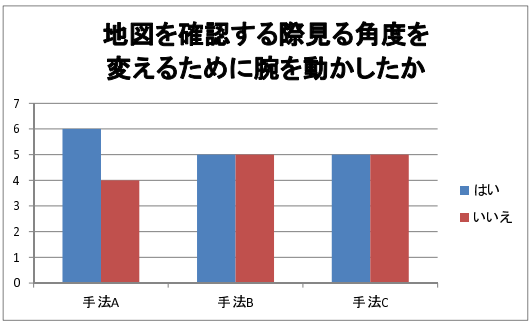
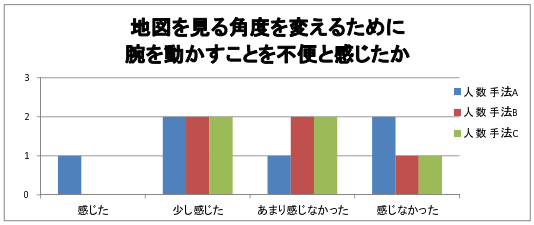


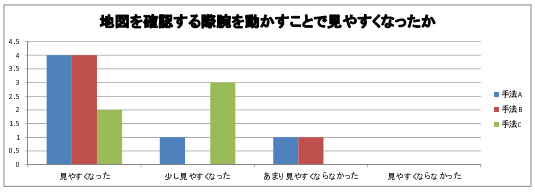
図 10　略地図 (手法 C) .



(a) 地図を確認する際見る角度を変えるために腕を動かしたか.

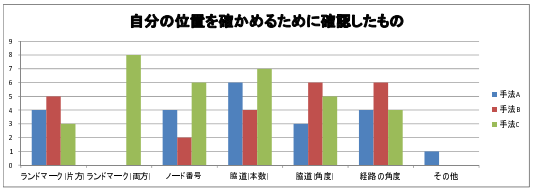


(b) 地図を見る角度を変えるために腕を動かすことを不便と感じたか.

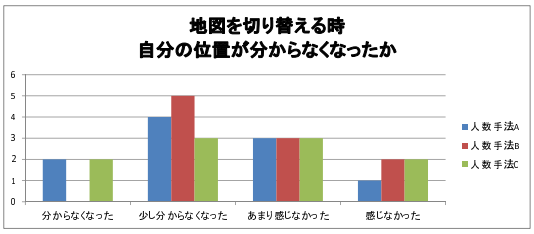


(c) 地図を確認する際腕を動かすことで見やすくなったか.

図 11　条件 (a) に関する質問.

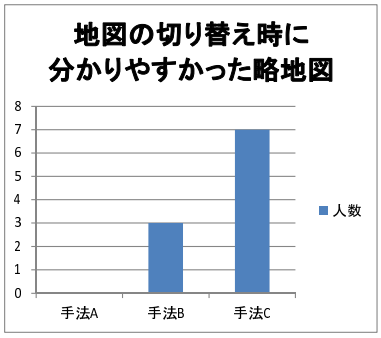


(a) 自分の位置を確かめるために確認したもの.

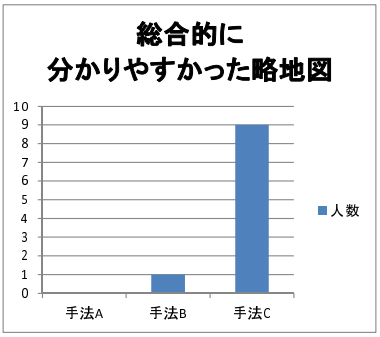


(b) 地図を切り替える時自分の位置が分からなくなったか.

図 12　条件 (b) に関する質問.



(a) 地図の切り替え時に分かりやすかった略地図.



(b) 総合的に分かりやすかった略地図.

図 13　3 手法の比較に関する質問.

2008.

[7] 竹内真樹, 森口昌樹, 今井桂子, “指定された 2 点間の経路の見やすさを考慮した略地図生成,” 情報処理学会第 75 回全国大会, pp. 479–480, 2013.

[8] 山本直英, 岡部篤行, “曲線通路における方向判断についての実験による分析,” *CSIS Discussion Paper,* no. 38, 2001.

[9] 山本直英, 岡部篤行, “曲がり角が一つある通路における定性的方向推論についての実験による分析,” *CSIS Discussion Paper,* no.41, 2001.

[10] Sony SmartWatch 3 SWR50, `http://www.sonymobile.co.jp/product/smartwear/swr50/`