

ブロック型ビジュアルプログラミングによる道案内のための 音声対話コンテンツ編集システム

関谷 弘樹[†] 梶岡 慎輔[†] 山本 大介[†] 高橋 直久[†]

[†] 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町

E-mail: [†]sekiya@moss.elcom.nitech.ac.jp, ^{††}{kajioka,yamamoto.daisuke,naohisa}@nitech.ac.jp

あらまし 近年、スマートフォン等で利用可能な音声道案内システムが普及している。既存の音声道案内システムに関する研究では、システムから歩行者へ位置情報に合わせた機械的な音声案内を前提としている。対話的な音声道案内が実現できれば、観光道案内や地域特有の情報などを含めた人に近い道案内が実現が可能になると考えた。一方で、音声対話システムの分野では、双方向の音声対話システムに関する研究が広く行われおり、その中には、FST(有限状態遷移)形式で記述された音声対話シナリオをユーザ生成する研究がある。そこで本研究では、ビジュアルプログラミングを用いて利用者に合わせた対話的な音声道案内を編集する手法を提案する。具体的には、既存のFSTに基づく音声対話シナリオのユーザ生成手法を拡張し、案内を行う場所を決定するSpotの提案及びSpotをブロック型ビジュアルプログラミングで扱うためのSpotブロックの提案、ブロックからの音声道案内の自動生成手法、ブロックの組み合わせによる案内文の変更機能を提案した。これらの提案手法に基づくプロトタイプシステムの開発を行い、提案手法の有効性について実験を行った。

キーワード 音声道案内, ビジュアルプログラミング, Web マップシステム, 双方向対話, FST(Finite-State Transducer)

1 はじめに

近年、Google Maps [1] など、スマートフォン等で利用可能な音声道案内システムが普及している。既存の音声道案内システムでは曲がり角等において「右折してください」など、システムから歩行者へ位置情報に合わせた機械的な案内が行われている。このような案内で使われる歩行者視点の情報はルートマップ的知識といわれる。歩行者は、位置または進行方向を確認するためには、少ない情報から地図を正しく読む必要があるが容易ではなく、進行方向が本当に正しいのかといった不安を感じてしまう。地図を正確に理解するためには俯瞰的なイメージに基づく情報であるサーヴェイマップ的知識が必要 [2] であるといわれている。道に詳しいサーヴェイマップ的知識を持つ人が案内をすることができればよいが、毎回それを行うことは現実的ではない。また、既存のシステムでも二点間の経路の経路上に限定すれば可能ではあるが、道を間違えた場合や周回するような場合は考慮されていない。このことから、観光道案内や地域特有の情報などを含めた対話的な案内シナリオを案内を行いたい任意の地点で実現できれば、サーヴェイマップ的知識に沿った音声道案内システムの実現が可能になると考えた。

一方で、音声対話システムの分野では、双方向の音声対話システムに関する研究が広く行われている。たとえば、MMD-Agent [3] は、FST(有限状態遷移)形式の対話シナリオを編集することによって、双方向の音声対話システムを構築することができる。また、古市ら [4] のブロック型ビジュアルプログラミング機能を有する音声対話シナリオ編集システムでは、ビジュアルプログラミングの一つである GoogleBlockly [5] を用いて、

簡単なブロックの操作による FST 形式の音声対話シナリオの編集を実現した。

本研究の目的は、二点間の経路に対しての音声道案内ではなく、ある地域の全地点から目的地までの音声道案内を道に詳しいユーザが作成できる手法を提案することである。これにより、地図上の簡単な操作と Blockly によるブロックの編集することで、観光案内や補足情報を含めた歩行者にとってより分かりやすい音声道案内を様々なルートで可能にする対話コンテンツの作成が可能になる。具体的には、従来手法である Blockly による編集システムを、位置情報に基づく対話を扱えるように拡張することを考えた。しかし、以下に述べるような課題があった。

課題 1 道を間違えることも考慮して二点間の経路上に以外も含めた任意の地点に観光案内や地域特有の情報などサーヴェイマップ的知識を組み込む仕組みが必要。

課題 2 案内を行いたい各地点で、歩行者の位置情報や発話に対応する案内文を簡単に編集できるシステムが必要。

課題 3 すべての案内ルートに対して1から案内文を作成することは、ユーザにとって負担が大きい。そのため、地図データからある程度の道案内対話を自動生成する必要がある。

これらの問題を解決するために以下の特徴を有する音声道案内編集システムを提案する。

アプローチ 1 あらかじめ決められた経路以外で対話を行うために、目的地周辺の交差点を対話を行う場所 (Spot) として設定し、それを確認できるサーベイマップを作成する。

アプローチ 2 既存システムに位置情報 (Spot) と結び付けた新しいブロックを提案し、ビジュアルプログラミングで道案内の対話シナリオを作成、編集する機能を実現する..

アプローチ 3 地域内の全 Spot に対して、目的地までの最短経路を求めて、次に進む Spot へ案内をする単純な音声道案内の対話を自動で生成する案内文生成機能を実装する。



図 1 MMDAgent

2 関連研究

音声対話システムの構築のためのツールキットとしては、MMDAgent などが提案されている。MMDAgent [3] は、音声対話システムを実現するために必要な機能、たとえば、音声合成、音声認識、3D モデル描画、対話制御を統合したシステムである。PC だけでなくスマートフォンでの動作が可能である。音声認識では Julius [6] を、音声合成では Open JTalk [7] を採用している。対話シナリオの記述形式に FST(有限状態)形式を採用している。

FST 形式による対話の記述例を図 1 に示す。FST 形式は、各機能部(音声認識部、音声合成部など)から発生するイベントを入力、各機能部への命令コマンドを出力とした、状態遷移機械として記述可能である。図 1 の例では、音声認識機能部が「こんにちは」と認識すると、状態が 1 から 10 に変化する。続けて、モーション開始コマンド(MOTION_ADD)、音声合成開始コマンド(SYNTH_START)を出力し、状態 12 まで遷移する。音声合成終了イベント(SYNTH.EVENT.STOP)が発生すると状態 1 に遷移する。

また、FST 形式の対話シナリオの作成を支援するシステムも提案されている。EFDE [8] は、タブレット端末のタッチ操作を用いて状態遷移図を描くことにより、音声対話スクリプトを作成できるシステムである。MMDAE [9] は、Web ブラウザを用いて編集可能な音声対話シナリオのエディタである。また、西村らは、Web ブラウザを用いて一問一答形式の音声対話をユーザ生成形式で生成する仕組みを提案し、実証実験により評価した。古市ら [4] はビジュアルプログラミングの一つである Blockly を用いた FST 形式の音声対話シナリオ編集システムを提案した。

音声道案内に関する研究も提案されている。柳ら [11] は、音声道案内のためのランドマーク情報をソーシャルノーションとして収集し、それらを利用した音声道案内システムを提案した。林ら [12] は、有限状態遷移の空間拡張に基づく音声対話

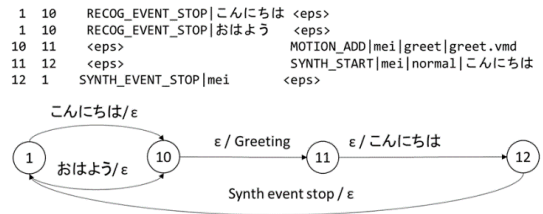


図 2 FST スクリプトの例 (上) と状態遷移図 (下)

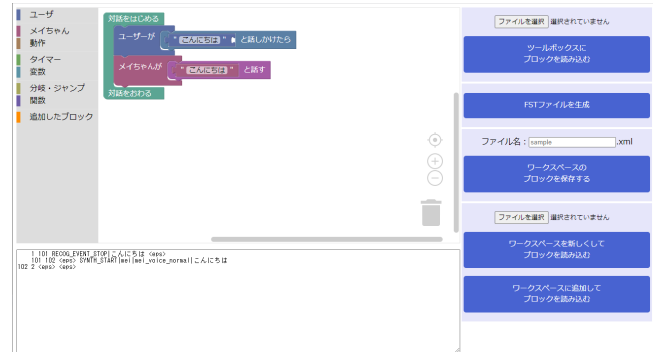


図 3 ブロック型記述言語による音声対話シナリオ編集システム

シナリオ編集手法を提案した。これは、状態遷移図を地図上で作成することでユーザ生成の道案内対話を実現した手法であるが作成できる対話の自由度が低いことが課題であった。長谷川ら [13] は、現実の空間内で行動の支持を行う擬人化エージェントを用いた AR 道案内システムを提案し、ルートマップとサーヴェイマップにおける歩行者の理解度を比較した。

3 提案システム

本章では、1 章で述べた問題点を解決するために、提案システムの実現法について述べる。

提案システムの構成は図 4 のようになる。

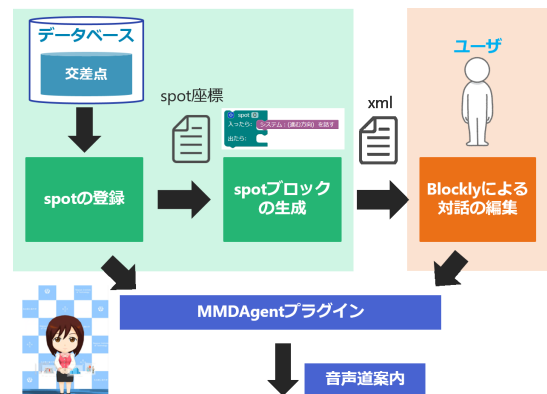


図 4 提案システムの構成図

はじめに、地図上で案内が必要そうな場所を探して対話スポット (Spot) を配置し、その場所でのシステムと訪問者との対話シナリオを作成する。交差点やランドマークなどに案内シナリオと結びついた Spot を多数配置した地図は、目的地周辺のサーベイマップとなる。これを FST 形式に変換して MMDAgent

が実行すると、訪問者が Spot に入るたびに、システムと訪問者との対話が始まる。これにより、サーベイマップに沿った道案内を実現する。

3.1 Spot の定義

道案内を行うためには、どこで対話を行うかを決める必要がある。Spot は、地図上で音声対話を行いたい地点に配置する円状の領域で、SpotID、座標 (緯度経度)、隣接 SpotID、次に向かう SpotID によって構成される。Spot を地図上に配置することで地図ネットワークの構築を行い、Spot 間の距離や方向を計算することで案内に必要な情報を記録する。

表 1 Spot の定義

変数名	型	説明
ID	int	spot の番号
lat	double	中心座標の緯度
lng	double	中心座標の経度
link	int[]	隣接 spot の ID
next_ID	int	次の spot の ID

3.1.1 Spot の登録

一般的なユーザが案内に必要と思われる Spot をすべて自身で登録することは負担が大きい。そこで、目的地から一定の範囲内の交差点を Spot として登録する機能を提案する。

具体的には、目的地となる地点の緯度経度座標を入力することで、その目的地の周囲 xkm 以内の交差点を探索し、SpotID を割り当て、Spot として登録する機能を実装した。また、次に向かう Spot を記述するためにダイクストラの最短経路探索アルゴリズムにより、隣接する Spot の中で目的地に最短となるものを選ぶ機能を実装した。

3.2 Spot ブロックの提案

従来の Blockly にはユーザの発話を認識したり、システムからの応答を記述するブロックは存在するが、位置情報に適用したブロックが存在せず、道案内には対応できない。そこで、道案内を記述するための新たなブロック Spot ブロックを提案した。実際に作成した Spot ブロックを図 5 に示す。Spot ブロックは地図上で登録した Spot と Blockly を連携させるために作成するブロックである。1 つの Spot に対して必ず 1 つのブロックを作成する。Spot 番号の入力と位置情報の条件に合わせてシステムの対話の内容を記述する命令ブロックを組み合わせることで Spot 上での対話 (道案内) 作成を実現した。Spot ブロックでは案内文の発話するタイミング (イベント) に合わせて、システムがどのような内容を話すかまたは歩行者のどのような発話に対して反応するかを記述することができる。

3.2.1 Spot ブロックの生成

Spot を登録した後、Spot ブロックで音声案内を完成させるためには、すべての Spot に対して 1 つの Spot ブロック生成し、Spot ブロックに Spot 番号を入力し、入ったらのイベントに曲がる方向を話すブロックを挿入するといった作業が必要になる。これらの Spot ブロックの内容を案内の作成者がすべて

記述することは非常に手間がかかる。そこで、登録された Spot から Spot ブロックを自動で生成する機能を実装した。

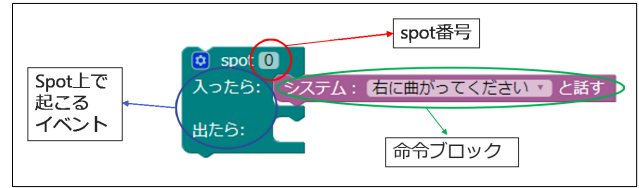


図 5 spot ブロック

3.2.2 状態番号の管理

道案内は状態数が多くなりやすく、FST 形式のシナリオを作成するためには状態番号を適切に管理する必要がある。そこで、提案システムでは (Spot 番号) × 100 の状態をその Spot いる状態として扱うことで解決した。歩行者がどこの Spot にも入っていない場合は、初期状態である状態番号 1 であるとし、歩行者が Spot に入退した場合には、イベントに応じて状態を遷移させる。

3.3 案内文生成機能

歩行者に対して適切な案内を提供するためには、歩行者の位置情報と配置した Spot の情報に合わせて案内文を適切に変更する必要がある。そこで、ひとつ前に訪問した Spot の番号を記録し、歩行者のイベントに応じて案内文の内容を変更する案内文生成機能を実装した。記憶した前 Spot が現在いる Spot と隣接しているかによって話す案内文を変更する。これにより、ユーザが記述する対話の内容を削減することができる。

1 つ前の Spot が隣接 Spot の場合

前 Spot, 現在 spot, 次 Spot の 3 点から曲がる方向を計算する。

例: 「右に曲がってください」

1 つ前の Spot が隣接 Spot でない場合

現在 Spot, 次 Spot の 3 点から進む方角 (八方位) を計算する。

例: 「北にすすんでください」

3.3.1 案内ルート変更機能

案内ルート変更機能とは、Blockly で道案内対話を作成する際に、対話の作成者がルートの変更を行うことができる機能である。Spot ブロックの組み合わせにより、各 Spot の次に向かう Spot の ID を変換することで、案内ルートの変更を行う。Spot ブロックが他の Spot ブロックと接続しているかにより、案内するルートを変換する。

Spot ブロック同士が接続されている場合

下に接続されている Spot ブロックの番号を次の SpotID として変更する。

Spot ブロックが独立している場合

次の SpotID は自動的に求められたもの (最短経路等) での案内を行う。

3.3.2 次の Spot ブロックの作成

Spot ブロックの接続によって案内のルート変更を行う場合、一つの Spot に対して一つ Spot しか存在しないため目的地点が重複する場合にどちらかのルートで次の Spot を設定できない問題が発生する。そこで、次の Spot ブロックを提案した。

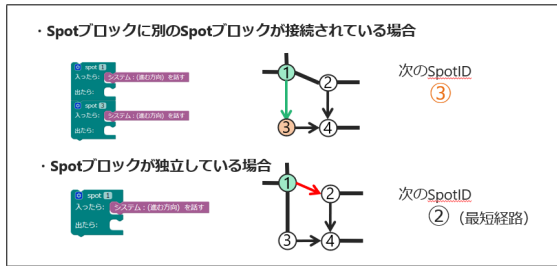


図 6 次の SpotID 変更の例

3.3.3 次の Spot ブロック

次の Spot ブロックの使用例を図 6 に示す. 次の Spot は Spot 番号の入力だけをもつブロックである. Spot ブロックの下にのみ接続することができ, Spot ブロックとは異なり, 対話などのブロックを挟むことはできない. また, 次の Spot ブロックの下には何も接続できない形にすることで Spot ブロックの案内ルート変更機能をそのまま使用することができる.

4 プロトタイプシステム

4.1 プロトタイプシステムの概要

提案手法に基づいたプロトタイプシステムのイメージを図 7 に示す. プロトタイプシステムでは, 地図上に表示された Spot を参考にしながら, それに対応する Spot ブロックを Blockly による編集システムで操作することで, 音声道案内のシナリオを作成することができる. 編集システムで音声を発するタイミングや次に向かう地点の設定, また, 作成された道案内シナリオは MMDAgent のキーボードの入力でテストすることが可能である.

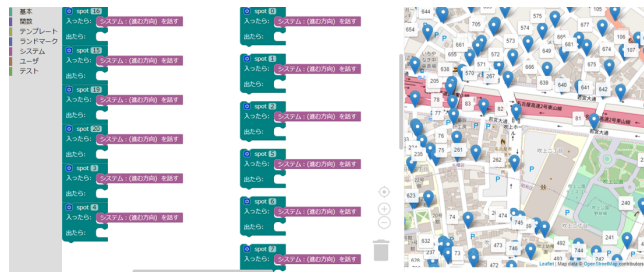


図 7 プロトタイプシステム

4.2 プロトタイプシステムの使用方法

このプロトタイプシステムを使用して, 音声道案内を作成し, MMDAgent で動作させる流れは以下の通りである.

- 1 目的地となる地点を Java アプレットの地図上で決定する.
- 2 地図インタフェースで Spot の座標が記述された Text ファイルを読み込む.
- 3 編集システムで Spot ブロックが記述された XML ファイルを読み込む.
- 4 2 で表示された地図を見ながら, 3 の編集システムを操作して道案内のシナリオを記述する.
- 5 作成した道案内を FST ファイルとして出力し, MMDAgent

で読み込む.

5 評価実験

本章ではプロトタイプシステムを用いた 3 つの評価実験について述べる.

5.1 実験 1 (自動生成)

5.1.1 実験の目的

提案手法に基づく提案システムを用いて, ある範囲内で自動的に単純な道案内が作成できるかを検証することである.

5.1.2 評価実験の方法

プロトタイプシステムを用いて, 目的地点を 10 か所決め, その目的地を中心として 500m, 1km, 1.5km, 2km 四方の範囲の交差点を取得し, Spot を配置する. この時, Spot からダイクストラ法で自動的に求められた経路で目的地にたどり着けるかを検証し, 自動生成により一定の範囲内の Spot からの単純な道案内が生成できているか評価を行う.

5.1.3 結果と考察

各距離における平均到達率を表 2 に, Spot 取得範囲と Spot 数の関係を図 8 に, Spot 数と平均経由地点数の関係を図 9 に示す.

すべての距離において, 98%を超える到達率となっているため, 2km の範囲でも問題なく, 交差点の取得および経路の取得が行えていることが分かった. これにより, 2km 以内の範囲では, 目的地点を基準として Spot を設定し, 設定した各 Spot から自動生成で最短経路による道案内を作成できるとわかった. 一部の Spot で目的地まで到達しなかった原因としては, データベースに存在する交差点自体にリンクが設定されていないことや取得する範囲に隣接 Spot が一つも存在しないことがあげられる. 範囲内に隣接 Spot が存在しない場合は, 範囲外の交差点を通ることで, 目的地へ到達することができる可能性があるため, 個別に経路を取得することが考えられる. また, Spot の数は取得する地域によってその数は大きく差があるものの, 取得する範囲の面積に比例して増加することが分かった. 一方で, Spot 数と目的地までの平均経由地点の相関係数は $R^2 = 0.838$ となっており, 強い正の相関がみられた. したがって, 範囲を大きくし Spot の数を増やしても, 同時に経由地点の数が多くなり複雑な案内になってしまう可能性が考えられる. これに対しては, 「直進してください」といった同じメッセージが繰り返される場合はメッセージを間引くことや, 現在は距離のみをコストとするダイクストラ法を使用しているが, 大通りなどのコストを低く設定した手法などを採用することが考えられる.

今後の課題としては, プロトタイプシステムでは案内の作成者が Spot を自由に追加, 削除する機能やどの程度の Spot 数があれば道案内の作成者にとって十分であるかを検討していく必要がある. Spot ある範囲の Spot をすべて取得すると Spot の数が膨大になり, 案内の作成者にとってどの Spot が案内の作成者にとってより重要であるかがわかりにくい. そこで, ランドマークなど案内が行われやすい地点を案内作成者に提示する仕組みが必要である.

表 2 各距離における平均到達率

	500m	1km	1.5km	2km
到達率平均 (%)	98.75	99.01	99.35	99.81

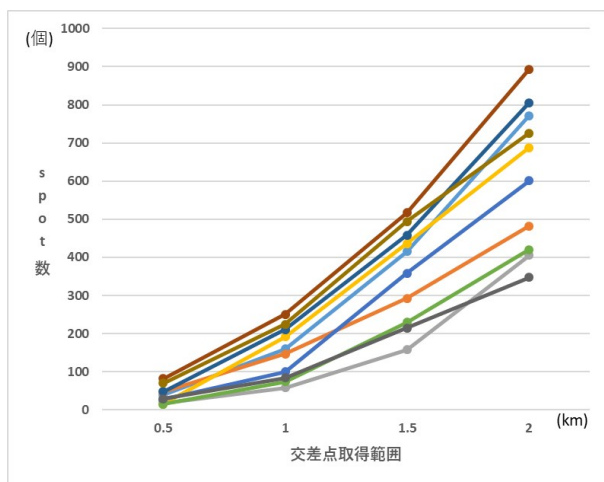


図 8 Spot 取得範囲と Spot 数

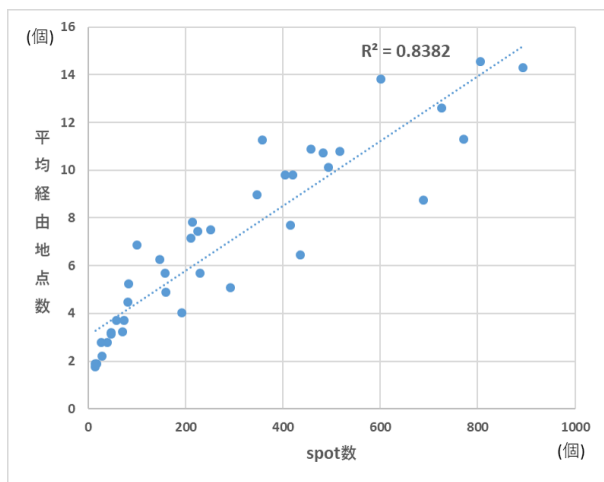


図 9 Spot 数と平均経由地点数

5.2 実験 2 (編集システム)

5.2.1 実験の目的

提案手法に基づいて実装したプロトタイプシステムの音声道案内シナリオの作成におけるの利便性を検証することである。

5.2.2 評価実験の方法

本学学生に 8 名にプロトタイプシステムと従来手法を用いて、それぞれ音声道案内の対話を作成してもらった。作成にかかった時間の計測と実験後 5 段階のアンケート評価を行った。ユーザビリティの評価尺度としては SUS(System Usability Scale) [14] を使用する。SUS とは、1986 年にイギリスの John Brook がビデオ端末の開発にあたってユーザの満足度を測定するために作成した心理尺度で、システムの満足度評価における標準となっている。SUS のスコアは 100 点満点で算出され、平均スコアは 68 である。

被験者に対しては、あらかじめ開始地点と目的地点を設定し、

その間の道のりを案内する対話を作成してもらった。被験者を、初めにプロトタイプシステムを利用し従来システムを使用するグループと使用する順番を逆にしたグループの 2 つに分けて実験を行った。

本実験を行うにあたって使用した、提案手法の編集システムを図 10、使用した地図を図 11、従来手法のインターフェースを図 12 に示す。地図データは OpenStreetMap を用いた。被験者に与えるタスクは開始地点を名古屋工業大学東門、目的地点を吹上駅とし、開始地点から目的地点までの経路を自身で決定し、それぞれのシステムで音声道案内を作成してもらう。プロトタイプシステムでは、開始地点と目的地点を含めて 44 の Spot を配置しており、その Spot 番号を地図インターフェース上で確認しながら、道案内の作成を行ってもらった。その際、1 文以上の道案内を手助けする文章を入力することを条件とした。従来システムでは、経路中に 1 つ以上のランドマークを設定することを条件とした。



図 10 編集システム

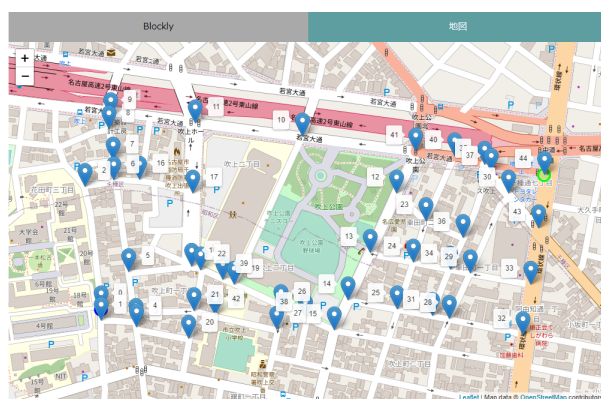


図 11 地図インターフェース

5.2.3 アンケート内容

プロトタイプシステムと従来手法の対話シナリオ編集手法を使用したのち、それぞれの場合についてアンケートに答えてもらう。アンケートは 10 項目用意し、5 段階評価を行う。評価基準は、「1 当てはまらない、2 やや当てはまらない、3 どちらと

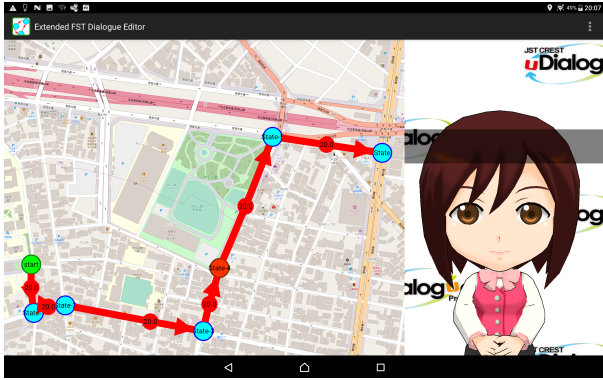


図 12 従来システム

もいえない、4 やや当てはまる、5 当てはまる」である。アンケートの項目を以下に示す。SUS のアンケート項目は、奇数項目の評価が高いほど SUS のスコアが上昇し、偶数項目の評価が高いほど SUS のスコアが減少する。

- 1 システムをまた利用したいと思う
- 2 システムは複雑だと感じた
- 3 システムは使いやすいと思った
- 4 システムを利用するには専門家のサポートが必要だと思った
- 5 システムには様々な機能がうまくまとまっていると感じた
- 6 システムにはちぐはぐな点が多いと思った
- 7 システムの利用方法をたいていの人はすぐに理解すると思う
- 8 システムはとても操作しづらいと感じた
- 9 システムを使いこなせる自信がある
- 10 システムを使用する前に知っておくべきことが多くあると思う

5.2.4 結果と考察

それぞれの SUS スコア、作成に要した時間の平均、経由地点の平均を表 3 に、アンケートの各項目についての平均をとったグラフを図 13 に示す。アンケート項目は SUS スコアに従い、奇数項目は数値が高いほど高評価であり、偶数項目は数値が高いほど低評価である。また、SUS スコアはプロトタイプシステムが 61.5、従来システムが 45.5 である。対話シナリオ作成の平均時間は、プロトタイプシステムが 2 分 50 秒、従来システムが 2 分 37 秒である。

SUS スコア、アンケートのすべての項目において提案手法の方がよい評価を得ていることがわかる。特に項目 2、6、9 ではプロトタイプシステムと従来システムの評価の差が開いている。アンケート項目「システムを使いこなせる自身がある」では、平均評価が従来システムで 2.75、提案手法で 4 の評価を得ているため、簡単に操作を理解し、もう一度利用することができるといえる。また、実験後のコメントでは、「別の経路でも対話シナリオを作ってみたい」、「簡単で分かりやすい」といった好印象なコメントがみられた。この結果から、提案手法では従来手法より簡単に音声対話シナリオが作成できるといえる。

SUS スコアを見ると、提案手法では 45.5、提案手法では 61.5 と一定の評価を得ることができた。一方で古市らが提案した Blockly による対話シナリオ編集システム [4] の SUS スコアは

67.8 となっている。古市らの手法より提案手法のスコアが低いとしては、道案内のための機能を追加した分、システムの操作や仕組みが複雑となってしまったと考えられる。また、本実験は名古屋工業大学の学生を実験の対象としたため、一般的なユーザビリティの評価を高くするためには改善が必要である。

対話シナリオ作成にかかった時間を比較すると、2 つのシステムには大きな差がないことがわかる。これは、従来手法はテンプレートでまとめられている部分が多いため、被験者が素早く対話シナリオを作成することができるためだと考えられる。また、経由地点の数を比較すると従来手法の方が少なくなっている。これは、従来手法では、話す地点を一つ一つ設定する必要があるため、被験者の負担が大きく、経由地点を減らす傾向があると考えられる。

また、被験者 8 人で同じ経路を作成したの二人だけであった。このことから誰かが案内を作成し、その後案内を付け足すような場合を想定すると、従来システムでは曲がる地点を初めから設定しなおす必要があるのに対して、提案システムでは、Spot がすでに配置されていれば、作成されたブロック編集のみで行えるため、提案システムの方が容易に編集ができると考える。

今後の課題としては、ランドマークがどこにあるかわかると作成しやすいといった意見もあったため、各 Spot 付近にあるランドマークを提示し、作成の手助けするような機能を追加する必要があると考える。

表 3 計測結果

	従来手法	提案手法
SUS スコア	45.5	61.5
作成時間	2 分 50 秒	2 分 37 秒
経由地点	4.8	6.2

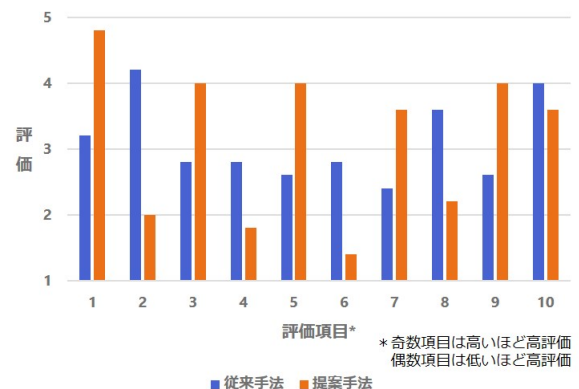


図 13 アンケート結果

6 実験 3 (道案内シナリオ)

6.1 実験の目的

提案手法に基づいて実装したプロトタイプシステムにより作成された音声道案内シナリオの有用性を検証することである。

6.2 評価実験の方法

本学学生 9 名に対して、出発地点と目的地を決めて作成された道案内を自動生成のみ、従来システム、提案システムの 3 種類を用意。それぞれで Google ストリートビューを用いて疑似的に道案内を行う。その際、被験者のストリービューが行われている地点に合わせて、筆者が道案内の音声を読み流し、道案内を体験してもらった。自動生成によって作成される案内文は、交差点で曲がる指示を行うのみの案内文、従来システムによる案内文は、曲がる方向に加えてランドマークによる補助が入った案内文、提案システムの案内文は、曲がる方向に加えて間違えやすいと思われる部分に補助を追加した案内文である。従来システムと提案システムによるランドマークおよび案内文は各経路で 3 つとした。到達時間、道に間違えた回数を計測し、5 段階のアンケートに回答してもらう。アンケート項目はすべて値が大きいほど高評価である。

6.3 アンケート内容

アンケートは 5 段階評価と自由コメント欄を用意した。アンケートの項目は以下の通りである。評価は 5 段階でしてもらい、評価基準は「1: あてはまらない, 2: ややあてはまらない, 3: どちらともいえない, 4: ややあてはまる, 5: あてはまる」とした。アンケート項目は以下のとおりである。

- 1 音声道案内の満足度
- 2 曲がり角で不安を感じた
- 3 途中の道で不安を感じた
- 4 また使ってみたい
- 5 システムが話す、返答する内容は適切か
- 6 案内がわかりやすい

6.4 結果と考察

それぞれの案内に要した時間と道を間違えた回数を図 14 アンケートの各項目についての平均をとったグラフを図 15 に示す。

計測結果およびアンケートのすべての項目において、自動生成の文章に比べて従来手法と提案手法が良い値を得られた。細い道を通る経路 1 や 2 では、曲がる方向のみの自動生成の案内では道を間違える被験者が多かった。特に間違いが多かった地点では、近い距離に被験者が左と感じる道路が二か所あるため間違いが多かったと考えられる。このような道路に対しては、ただランドマークを追加した「カフェで左に曲がる」といった案内でなく、「カフェの『手前』で左に曲がる」といったより詳細な案内を行う必要がある。また、ほかの地点でも曲がる案内がされたときにも、正しい場所で曲がっているかの確認ができず、恐る恐る曲がっていたため、到達時間にも大きく差が開いたと考えられる。アンケートでは、自動生成と比較すると従来手法、提案手法ともに有意差があった。特に項目 2,3 の「曲がり角や途中の道での不安」については大きく軽減され、全体の満足度や案内のわかりやすさの評価につながったと考えられる。また、従来システムとプロトタイプシステムでは、大きな差は見られなかった。これは、提案手法による案内が、従来手法による決められた一つの経路に対する案内と同等の効果を得られ

たといえる。従来手法では、道からそれた場合に対応できないが、プロトタイプシステムでは経路を一つに決めないため実験に用いた案内を複数の経路で用意できるため、提案システムの方が自由度が高い案内を作成できる。一方で、「曲がり角で不安を感じた」については提案手法の方が高い評価を受けているのに対して、「途中の道で不安を感じた」については従来手法の方が高い評価を受けている。これは、プロトタイプシステムでは Spot を配置する地点が交差点に限定されてしまっているため、道なりが長く曲がる回数が少ない場所では、不安を感じてまうと考えた。

今後の課題としては、今回の実験ではストリートビューを用いたため、GPS による実際の歩行における問題点を探すことや目的地がより遠くなった場合にどのような変化があるかを確かめる必要があることがあげられる。

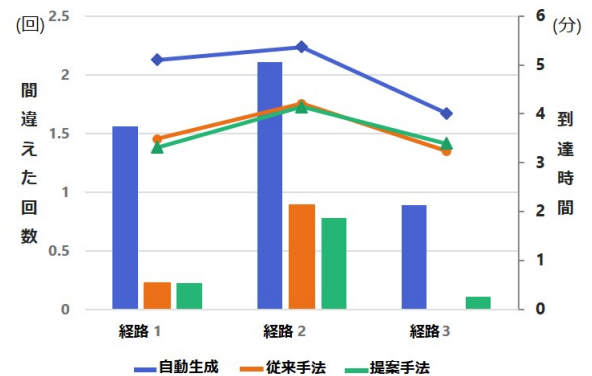


図 14 道を間違えた回数と目的地に到達するまでの時間

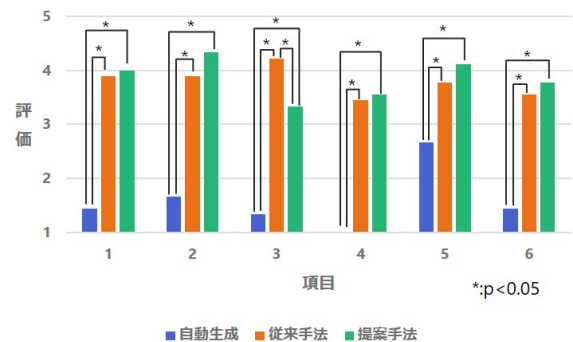


図 15 アンケート結果

7 おわりに

本論文では、二点間の経路に対しての音声道案内ではなく、ある範囲の中から目的地までの音声道案内を道に詳しいユーザが作成できる手法を提案し、その実現法について述べた。提案システムでは、既存の Blocky を用いた FST 形式の音声対話シナリオの編集手法を拡張し、地図上で対話を行いたい地点 Spot と、Blockly で Spot を扱うための新しいブロックや機能、対話作成者の負担を軽減する案内文の自動生成機能を組み合わせる

ことにより、音声道案内が作成できるようにした。

また、これらの提案手法に基づくプロトタイプシステムの開発を行い、提案手法の有効性や問題点について議論した。自動生成に関する評価実験では、目標地点を中心とする 2km 四方の範囲では Spot からの到達率が 98%以上であった。このことから、提案システムにより目的地点から周囲の交差点を所得して Spot として登録し、目的地点から Spot を設定し、Spot から自動生成で単純な道案内を作成できるとわかった。編集システムに関する実験では、SUS スコア、アンケートのすべての項目において提案手法の方がよい評価を得たことから、提案手法による道案内の作成は有効であり、特にユーザが自信を持ってシステムを使用できるとから簡単に道案内の作成ができることを示せた。道案内のシナリオに関する実験では、自動生成の案内に対してはすべての項目で良い評価となっており、提案手法での道案内の有用性を示した。一方で、従来システムとは大きな差がなかったが、従来システムでは曲がり角で、プロトタイプシステムでは道中と不安を感じる場所の差が見られた。

今後の課題として、どの程度の Spot 数があれば道案内の作成者にとって十分であるかを検討していくことやすべての交差点ではなく道案内としての優先度が高い地点のみを Spot として登録することがあげられる。また、ランドマークがどこにあるかわかると作成しやすいといった意見もあったため、ランドマークなど案内が行われやすい地点を案内作成者に提示する仕組みが必要である。各 Spot 付近にあるランドマークを提示し、作成の手助けするような機能を提案することがあげられる。

文 献

- [1] Google Maps <https://www.google.com/maps/>
- [2] 新垣紀子, 野島久雄 (2001), 方向オンチの科学, 講談社
- [3] A. Lee, K. Oura, and K. Tokuda, MMDAgent - A fully open-source toolkit for voice inter-action systems, Proceedings of the ICASSP 2013, pp. 8382-8385, 2013
- [4] 古市 瑞希, 山本 大介, 高橋 直久. ブロック型ビジュアルプログラミング機能を有する音声対話シナリオ編集システム情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), Vol.8, No.2, pp.1-15, 2020.
- [5] Google Blockly <https://developers.google.com/blockly/>
- [6] A. Lee and T Kawahara, Recent development of open-source speech recognition engine julius, in Proceedings of the AP-SIPA 2009, pp. 131-137, 2009.
- [7] Open JTalk, <http://open-jtalk.sp.nitech.ac.jp/>
- [8] Wakabayashi, K., Yamamoto, D., and Takahashi, N. A voice dialog editor based on finite state transducer using composite state for tablet devices, Computer and Information Science 2015, Studies in Computational Intelligence, Vol. 614, pp.125-139, 2016.
- [9] R. Nishimura, D. Yamamoto, T. Uchiya, and I. Takumi, Development of a Dialogue Scenar-io Editor on a Web Browser for a Spoken Dialogue System, Proceedings of the 2nd International Conference on Human Agent Interaction, pp. 129-132, 2014.
- [10] R. Nishimura, D. Yamamoto, T. Uchiya, and I. Takumi, Web-based environment for user generation of spoken dialog for virtual assistants, EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing, 2018:17, 2018.
- [11] T. Yanagi, D. Yamamoto, and N. Takahashi, Development of Mobile Voice Navigation System Using User-Based Mo-

bile Maps Annotations, Proceedings of the IEEE/ACS ICIS 2015, pp. 373-378, Las vegas, 2015

- [12] 林 晃大, 山本 大介, 高橋 直久. 有限状態遷移の空間的拡張に基づく歩行者向け道案内のための音声対話シナリオ編集システムの実現 DEIM2019 2019 年 03 月
- [13] 長谷川大, 佐久田博司. "擬人化エージェントによる AR 道案内システム", 日本知能情報ファジィ学会誌, 知能と情報, Vol.29, No.6, pp.670-677, 2017.
- [14] Brooke, J.:SUS: A "quick and dirty" usability scale., In P. W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis. 1996.