

仮想都市におけるデマンドバスの評価

長谷川 雄紀[†] 水野 一徳[†] 坪山 宰^{††} 西原 清一[‡]

[†] 拓殖大学工学部情報工学科

^{††} 拓殖大学大学院工学研究科電子情報工学専攻

[‡] 筑波大学大学院コンピュータサイエンス専攻

1 はじめに

近年，地方都市及びその周辺地域では路線バスなどの公共交通機関が人口減少により廃止，または運行回数が減少傾向にある．少ない需要だがなくすことのできない需要に答えるため，希望乗降車点を伝え運行する「デマンドバス」が注目されている．しかし，現在のところ，デマンドバスは利便性や採算性の問題から実現化が厳しい状況であり，そのためには，多様な状況を想定した検証が必要である．

本研究では，開発中である仮想都市システム及びマルチエージェント型交通シミュレータ [1] にデマンドバスエージェントを導入し，シミュレーション環境の構築を行なう．また，バス台数と乗客数との比較を行ない効率的なバスの運行台数の結果を示す．

2 研究の概要

2.1 デマンドバス

デマンドバスとは，通常一定の路線の決められた停留所，スケジュールでお客を乗降させる固定路線バスに対し，決められた停留所，スケジュールがなくお客の要望に応じて乗降場所やバス経路を自由に変更できるバスの運行形態である．デマンドバスには，巡回せずに電話等による（複数の）利用者の要望を受けて，希望乗車地点へ迎えに行く形態であるフルデマンドバス．路線バスの運行形態の一種で，条件に応じて基本路線外に迂回経路する形態であるオンデマンドバス．観光地，ショッピングセンターなどの利用される可能性が高い場所に停留候補地を設け，候補地におけるデマンドを処理するように経路を決めるセミデマンドバスがある．[2] 現状では，デマンドを受けるシステム構築の難しさから，セミデマンドバスやオンデマンドバスの運行形態が主流である．しかし，ユビキタス環境が整備されることで，デマンドの情報をきめ細かく収集することが容易になると考えられる．従って，利便性が高いフルデマンドバスの導入も現実的になってきている．

そこで本研究では，フルデマンドバスを対象とする．

2.2 仮想都市システム

著者らは，自律的に変化する仮想都市およびマルチエージェント型交通シミュレータを開発中である．自律的に変化する仮想都市は，都市の時代変化とそれに

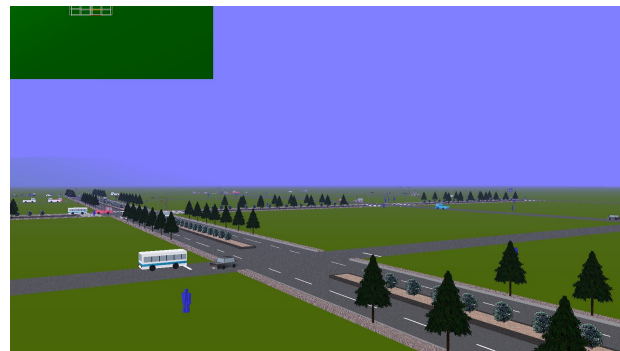


図 1: 仮想都市システムの実行例

伴う建物の配置状況を生成する時代生成エンジンと，それによって生成された建物の配置データを保持する都市データベースからなる．時代生成エンジンは，道路，時間，配置モジュールの 3 つで構成されている．マルチエージェント型交通シミュレータは，車両，歩行者，交差点，信号，道路エージェントの 5 つで構成されている．

また本仮想都市システムは，都市データベースとマルチエージェント型交通シミュレータを 3DCG で表現する仮想都市から成り立っている，図 1 に本仮想都市システムの実行例を示す．

3 デマンドバスのシステム設計

3.1 デマンドバスエージェントおよび乗客エージェントモデル

デマンドバスエージェントと乗客エージェントのモデルについて説明する．まず，デマンドバスエージェントは実装済みの車両エージェントに新たに乗客リストと配送経路を追加している．次に，乗客エージェントは実装済みの歩行者エージェントに新たに乗車地点，降車地点と到着希望時間を追加している．

3.2 処理手順

まず，各エージェントの初期化を行なう．その後，デマンドが発生した場合，デマンドバスエージェントの配送計画を行なう．以下に図 2 の (1)(2)(3) について説明する．

(1) それぞれのバスに乗客の割当てをランダムに行なう．

(2) 各バスに割当てられた乗客配送をすべてを達成（目的地に送り届ける）する経路を，距離をコストと

An Evaluation of Demand Buses in Virtual City Spaces

Yuuki Hasegawa[†], Kazunori Mizuno[†], Tsukasa Tsuboyama^{††}, and Seichi Nishihara[‡]

[†]Department of Computer Science, Takushoku University

^{††}Department of Computer Science, Takushoku University

[‡]Department of Computer Science, University of Tsukuba

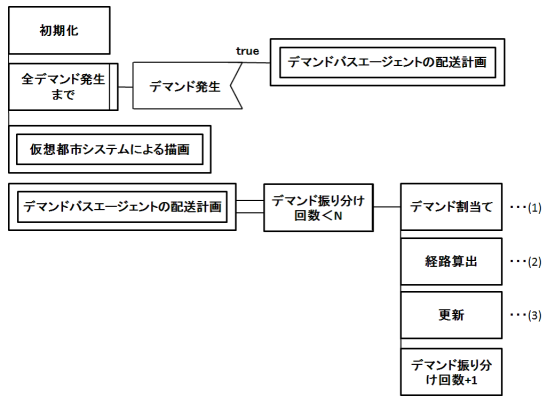


図 2: デマンドバスエージェントの配送計画のアルゴリズム

したダイクストラ法を用いて算出する。本研究では、算出された各バスの経路の距離をデマンド達成距離と呼ぶ。また、デマンド達成距離をすべて足したものをデマンド達成総距離と呼ぶ。

(3) すべてのバスのデマンド達成距離の平均値と差分の二乗の合計値の両方が低くなった場合にデマンド割当て候補として更新を行なう。

(1)(2)(3) を N 回繰り返す。最終的に更新されたデマンド割当て候補の配送計画を、仮想都市システムにより描画する。

3.3 実験の基本環境

- バスには何人でも乗ることができ、乗降時間は無視できるものとする。
- 乗客は逐次的に発生するものとする。
- 乗客はどちらの車線からでも乗降可能とする。
- デマンドの乗車地点、降車地点は一様にランダムに決定されるものとする。
- バスの乗り換えは行なわないものとする。

3.4 実験での利便性、採算性の定義

本研究での利便性、採算性は以下に定義する。

利便性: バス 1 台につき割り当てられている乗客数。

採算性: 乗客を全て配送し終えるまでの総距離。

利便性、採算性ともに値が小さいほど効率的である。乗客 1 人あたり 1 台のデマンドバスが割り当てられた状態を最も利便性が高い状態としこれを基準とする。そこから乗客の数を一定とし、バスの台数を徐々に減らしていきデマンド達成距離 (コスト) を測定する。上述の基準から割り出したものを採算性と考え、バス台数が採算性が最も優れている均衡点を出す。

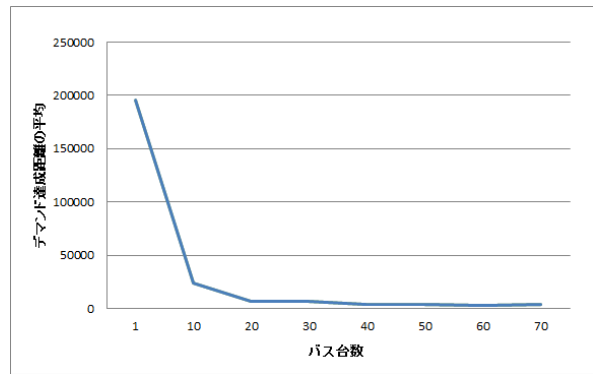


図 3: 実験結果

4 実験

ここでは、都市のサイズを 5×5 (交差点数:21, 交差点間の道路数:40) からなる道路網を用いて、バス台数と乗客数との比較を行ない効率的なバスの運行台数をシミュレーション実験を行なった。全デマンド発生件数を 100 人とし、バス台数を 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 台までとした。図 2 のデマンド振り分け回数 N は 1000 回とした。図 3 に実験結果を示す。上記で述べたシミュレーション実験により、各バス台数に対して本実験を 100 回試行し、図 3 の横軸はバスの台数を表し、縦軸はデマンド達成距離の平均値を表している。図 3 の結果から、バスの台数が 40 台程度から収束し始めている。その理由は、使われていないバスが出始めていると予想されるため、このような実験結果が得られたと考えられる。

5 おわりに

本報告では、バスの採算性に着目しシミュレーションを行なった。今後は乗客 1 人あたりの乗車時間を考えた利便性に基づくシナリオの実験や、より多様な環境に対応できるように本システムの拡張を行なっていく予定である。

参考文献

- [1] 青木 慶人, 水野 一徳, 坪山 宰, 西原 清一: 仮想都市交通流におけるデマンドバスの評価, 映像表現・芸術科学フォーラム 2014 (2014).
- [2] 野田 五十樹, 篠田 孝裕, 太田 正幸, 中島 秀之: シミュレーションによるデマンドバス利便性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp. 422-252, 情報処理学会 (2008).
- [3] 小柴 等, 野田 五十樹, 平田 圭二, 佐野 涉二, 太田 正幸, 中島 秀之: 秀之: Smart Access Vehicles の社会実装, 情報処理学研究報告 (2014).