

Title	大規模複合シミュレーション基盤構成法
Author(s)	小比賀, 亮仁
Citation	
Issue Date	2020-12
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/17050">http://hdl.handle.net/10119/17050</a>
Rights	
Description	Supervisor: 篠田 陽一, 情報科学研究科, 博士

氏 名	小比賀 亮仁
学 位 の 種 類	博士(情報科学)
学 位 記 番 号	博情第 443 号
学 位 授 与 年 月 日	令和 2 年 12 月 24 日
論 文 題 目	A Constitutional Method for Massive and Complex Simulation Infrastructure
論 文 審 査 委 員	主査 篠田 陽一 北陸先端科学技術大学院大学 教授
	丹 康雄 同 教授
	知念 賢一 同 准教授
	小板 隆浩 同志社大学 准教授
	町田 文雄 筑波大学 准教授

## 論文の内容の要旨

My objective is to construct an infrastructure that enables large-scale and complex simulations by connecting simulations that have been handled independently, such as those for human movement and wireless communication. And I finished the following three research to make a massive and complex simulation infrastructure.

### A Software Architecture for Extensible and Composite Simulation

A specific software architecture must be needed to implement the simulation environment I suggested. I designed and implemented a software architecture for a massive and complex simulation. A set of the software components is shown on this research and the data flow between the components is also described. I also introduced PostgreSQL database as information layer because it has strong functionalities to store the geographical information. I implemented the three typical use cases: output stream, input stream, and signaling stream. I finally described the communication delay is enough small to assemble the whole simulation components.

### A Deploy Mechanism using Voronoi Dividing for Scalable Geographical Simulation

I suggest a deployment mechanism to reduce the network sessions over the physical machines. My mechanism executes VMs on a same physical machine, which are “geographically” close to each other. If the simulated position of the moving objects is changed, these VMs are also moved to another physical machine. My approach reduces the network sessions over the physical machines by about one-sixth in the case of 500 VMs and it contributes embodiment of a massive virtual machine based ad hoc network simulation.

### **A Priority Control Method based on Predicting the Simulation Events**

I suggest an interaction Based task group scheduling mechanism. There are several VMs which are executing self-driving AI we are going to verify the behavior, and also several VMs that interact with the target VMs to be verified. I anticipate these interactions before the self-driving simulation with a traffic simulator and set high priority to them. My approach reduces the processing delay at most one ninetieth in the case of 100 VMs executed on 9 physical machines.

I also describe the other topics related to create a massive distributed simulation. One is the topics related to time synchronization. Another is the topics related to connectivity with the other simulation environment.

Through these researches, I discussed the comprehensive topics those are the major problems to make a massive and complex simulation environment and indicated the solution for these problems. Therefore, I consider that there are few obstacles to embody the simulation environment.

I am convinced that my research contributes the reduction of serious traffic accident caused by self-driving technology.

**Key Words: simulation, self-driving, distributed system, scheduling, load balancing**

### **論文審査の結果の要旨**

自動運転技術は、近年最も注目されている一方、自動運転に関連した事故も数多く発生している。よって、現実世界に近いリアルなシミュレーションにより、事故につながる不具合を未然に取り除く必要がある。しかし、自動運転のテストで利用されている既存の複合シミュレーション環境は、スケーラビリティに欠けており、現実世界に近い大規模なテスト環境を作ることが困難であった。

本論文は高度なシミュレーションを利用してこの問題を解決することを目的としており、さまざまなことなった要素が多数混在する複合シミュレーション基盤環境の大規模化を実現するソフトウェアの構成法について論じている。従来、このようなシミュレーション環境の構成では、複合シミュレーションを構成するソフトウェアがモノリシック（単一構造・分割不可）な作りになっており、分散してクラウド上に展開できない点が問題となっていた。

上記の問題を解決するため、まず第3章において、複合シミュレーション基盤環境の分散システム化を実現するソフトウェアの構成方法について論じている。分散システム化によって生じる各コンポーネント間の通信遅延は、自動運転のテスト環境としては許容範囲であることを確認した。次に第4章では、分散システム化した各コンポーネントのクラウド上への配置方法として、シミュレーションで利用されるマップを分割し、分割した部分空間へ物理マシンを割り当てるクラウド負荷分散手法を提案した。これにより、コンポーネント間の通信輻輳を低減しつつ、複合シミュレーション環境のスケラビリティを向上させた。次に第5章では、部分クラウドの突発的な負荷上昇に対して、シミュレーションのコンテキスト情報を用いた処理優先度設定手法を提案し、負荷上昇による処理遅延を低減できることを確認した。次に第6章では、複合シミュレーション基盤技術を取り巻く様々な技術トピックについての議論を展開している。最後に第7章では、自動運転技術以外の分野への展開可能性と、さらなる高度化への可能性を論じている。

以上、本論文は、スマートモビリティ社会の核心技術である自動運転技術の安全性の向上と大規模社会シミュレーション技術の高度化に資する手法の提案と実現方法について述べたものであり、学術的にも産業的にも貢献するところが大きい。よって博士(情報科学)の学位論文として十分価値あるものと認めた。