

## 審査の結果の要旨

氏 名 粕谷 貴司

本論文は、「BIMを用いたSoftware Defined BACSの実現に関する研究」と題して、サードパーティの参入を促し、構築後のアプリケーションの移植性と再利用性を高め、知識ベース等を用いたシステムの自動設定を可能とするスマートビルの構成要素である Software Defined BACS (Building Automation and Control System) の実現を可能とし、そのための実践的なデータ・プラットフォームを実現するために、スマートビルに必要なセマンティクスについての検討を行い、データモデルの生成方法についての検討を行い、システムの全体アーキテクチャの提案と実装ならびに実証環境における機能および動作検証を行ったものである。全体で8章からなる。

第1章「序論」は、Society 5.0 が目指す オープンなデジタル情報技術を用いたスマート社会の実現に向けた、デジタル・オンライン社会インフラの実現にとって、重要なインフラの構成要素であるビルシステムの重要性と、他システムとの統合化に向けた問題点・課題を提起している。ビルシステムは、ビル施設の中で展開されるさまざまなイベントや業務のオンライン化とデジタル化による社会産業活動のデジタルトランスフォーメーションの実現と、複数のビルを連結し統合することで実現されるスマートシティの実現の必要性を論じるとともに、スマートシティにとって中核となる設備要素であるにも関わらず、オープン化・デジタル化の実現に対して数々の課題と問題点を持つビルシステムの情報科学技術を用いた実践性を持ったシステム技術が必要であることを議論している。

第2章「研究背景」では、建設産業におけるデジタル化・オープン化の現状と最新の研究開発動向を俯瞰し、スマートビル・スマートシティの実現に向けた技術課題・ビジネス課題を深耕するとともに、その融合領域であるデジタルツインとその発展であるコモングラウンドについての議論と問題点の抽出の整理、さらに、本研究が解決する技術的課題・ビジネス的課題を明確化し、本研究の目的と方向性を導入した。それらの論考を元に、研究の課題・解決の領域についての導入を行っている。

第3章から第6章が本論文の提案内容である。

第3章では、Software Defined BACS についての深耕を行っている。本研究における Software Defined の定義とその位置づけに関する議論を行い、既存の BACS および先行ならびに既存研究との相違点を明確化するとともに、システムの要件ならびにシステムの構成要素を明確化し、システムアーキテクチャとシステム構成の議論と提案を行った。

第4章では、「スマートビルのセマンティクス」と題して、高度化するスマートビルやデジタルツイン・アプリケーションに必要なセマンティクスについて導入を行っている。建設・維持管理分野で利用されるオントロジーの必要性和最新の既存研究の現状について述べ、ユースケース分析から必要なセマンティクスを特定した。それらを含むデータモデルの自動生成のため、BIM を用いた生成手法を提案し、実データを用いた検証を行った。また、BIM より抽出したセマンティクスとジオメトリを用いて、次世代オープン・デジタル・オンラインエンターテインメントシステムである SDM (Software Defined Media) を構築し、提案アーキテクチャ・システムの汎用性について評価・検証を行っている。

第5章は、「エンターテインメントシステムの構築」と題し、音楽イベントの遠隔配信サービスを対象と

し、自由視点映像音声のインタラクティブ再生を行うエンターテインメントシステム(SDM)のためのアプリケーション・プラットフォームについて述べている。収録したライブを自由視点で視聴するとともに、収録された音声自由にコントロールし、かつ演奏者や楽器のメタデータ、ソーシャルメディアなどで発信されるコンテンツも扱うことが可能なエンターテインメントシステム(SDM)のアプリケーションである「LiVRation」を開発した。それらのシステム要件、設計・実装および実証環境におけるシステム評価・検証を行っている。

第6章は、「スマートビルデータ・プラットフォーム」と題し、スマートビルに向けた汎用データ・プラットフォームである futaba を提案し、その設計・実装・評価について述べている。関連研究とユースケースをもとにシステム要件を整理・設定し、セマンティックウェブやビッグデータ処理などの、インターネットのベストプラクティスとオープンシステムのフレームワークを用いて、システム全体とシステムを構成するモジュール、さらにモジュール間のインターフェースの設計を行い、参考実証実験システムを実装・構築した。参考実証実験システムを用いて、実際の建設プロジェクトに提案アーキテクチャ futaba を適用し、そのシステム設計の妥当性と有用性等についての評価を行い、その有用性を検証している。

第7章は、「スマートビルデータ・プラットフォーム」と題し、本研究における提案システムである futaba を前提としたデータ分析のアプリケーションについて述べ、futaba の汎用性について検証・考察を行うとともに、ビルの時系列データの性質について分析を行っている。具体的には、ビルの中で行われる活動やセンサの動きを分析し理解するプロファイリング手法である BAP (Building Activity Profiling) を futaba に導入し、デマンドレスポンスなどのユースケースに重要な負荷予測、未知のデータ型の推測技術が良好に動作することを検証している。

そのうえで、第8章「結言」において、本研究について振り返りを行い、Software Defined BACS やコモングラウンドの実現についての評価と課題の考察・整理と、さらに今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、Society5.0 の実現に必要な、サードパーティの参入を促し、構築後のアプリケーションの移植性と再利用性を高め、知識ベース等を用いたシステムの自動設定を可能とするスマートビルの構成要素である Software Defined BACS (Building Automation and Control System) の実現を可能とし、そのための実践的なデータ・プラットフォームを実現するために、スマートビルに必要なセマンティクスについての検討とデータモデルの生成方法についての検討を行い、システムの全体アーキテクチャの提案と実装ならびに実証環境における機能および動作検証を行い、提案アーキテクチャの有効性と実用性を評価確認している。これは、次世代の BACS およびスマートビル・スマートキャンパス分野に貢献する研究成果として認められ、情報理工学における創造的実践の観点でも価値が認められる。

よって、本論文は、博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。