

スマートタップとマットセンサを用いた PC 利用状況管理とソフトウェアの稼働状況等を 自動で管理するシステムの提案

川内 春華^{†1} 各務 佑^{†1} 一色 正男^{†1} 安部 恵一^{†1}

概要: 現在, 某国立の教育機関などではパソコン実習室毎に使用人数や PC の使用状況等の年間報告が義務付けられている. パソコン実習室毎の PC の使用時間を含む使用状況等の年間実績報告書を作成する際, IT を有効活用し自動化していないため, パソコン実習室等を一括管理している PC 管理者(以下 PC 教室統括管理者と呼ぶ)が最終的に手作業で集計し, 実績報告書を作成している. このため PC 教室統括管理者の負担は大きい. PC の使用状況報告書を自動的に作成したり, PC の稼働状況を正確にリアルタイムで監視したり, 無駄なソフトウェアなどを発見できるシステムが強く望まれている. 無駄なソフトウェアの発見手法として, 既にパソコンにインストールされているソフトウェアの種類毎に使用状況等も詳細分析できれば実際使用頻度の低いソフトウェアを発見できるため無駄なソフトウェア等の削減に繋がる.

そこで, 我々が提案してきたスマートタップとマットセンサを用いた PC 管理システムに PC 使用時間内で使用した各種ソフトウェアの詳細内訳を自動で行えるようにすることで, ソフトウェアの使用状況を詳細に把握し, 各種ソフトウェアのなかで稼働頻度の低いソフトウェアの発見を誰でも行えるシステムを提案する.

キーワード: PC 自動管理システム, データロギング, スマートタップ, マットセンサ

Proposed of PC Automation Management System using Smart tap, Mat sensor node and data logging for PC

HARUKA KAWAUCHI^{†1} YU KAGAMI^{†1} MASAO ISSHIKI^{†1} KEIICHI ABE^{†1}

Abstract: The educational institution of our country is manual labor to report the use situation of the PC a year. When I make annual results reports such as the use situation including the use time for PC every PC training classroom, Because I utilize IT effectively and do not automate it, PC manager managing the PC training classrooms collectively finally adds it up by manual labor. Therefore the burden on PC classroom unification manager is big. Therefore, I make the use situation report of the PC automatically and watch the operation situation of the PC exactly in real time and The system which can discover useless software is strongly expected
Therefore a smart tap and PC system of administration using the mat sensor that we suggested In that I can automatically perform a detailed breakdown of various software which I used in PC use time, I grasp the use situation of the software in detail, I suggest the system that anyone can perform discovery of software showing infrequent operation in various software.

Keywords: PC automation management system, data logging for PC, smart tap, mat sensor node

1. はじめに

現在 IoT(Internet of Things)技術を用いてオフィス内の人の動きや設備の利用状況等をリアルタイムに調査及び監視することでムダ(電気使用量・不要設備・作業等)の発見及び作業環境状況の改善に繋がるシステムの研究及び開発が企業や大学などで多く進められている.

ところで現在, 某国立の教育機関などではパソコン実習

室の使用人数や利用状況(授業毎の利用者数やソフトの利用状況等)等の年間報告が義務付けられている. しかしながらパソコン実習室毎, 授業毎のパソコン設備の使用時間を含む使用状況等の年間実績報告書を作成する際, IT を有効活用し自動化していないため, パソコン実習室全体の管理者(以下 PC 統括管理者と呼ぶ)が最終的に手作業で集計し, 実績報告書を作成しているため PC 教室統括管理者の負担は大きい.

そこで我々はこれまでに IoT を用いた学校などのパソコン実習室で行われる授業内の人の動きやパソコンの利用状況等をリアルタイムで自動管理できるシステムを提案してきた[1].この提案システムではスマートタップとマットセンサを無線通信(Wi-Fi)によるIoT技術でセンサデータ送信できるようにし、上位のデータ収集パソコンで各種センサデータを収集できるようにしたものである.この提案システムではパソコン実習室内のパソコンの使用人数とパソコンの使用時間,パソコンの非使用時間などを詳細内訳して正確に計測することができるものである.しかし,実際にPCの使用時間内で実際使用したソフトウェアの使用時間数や使用頻度等詳細分析を行うことはできなかったため,稼働頻度の低い無駄なソフトウェアを誰でも簡単に発見することはできなかった.

そこで本稿では従来我々が提案してきたPCの使用状況・使用人数を自動管理できるシステムに加え,PC使用時間内に使用した各種ソフトウェアの使用状況を詳細に把握できるシステムを提案する.また,このシステムにより各授業で使用したソフトウェアの使用状況を詳細に把握し,既にPCにインストールされた各種ソフトウェアのなかで稼働頻度の低いソフトウェアの発見ができるかを従来我々が開発してきたシステムと比較評価し,我々が今回提案するシステムの有効性の評価を行う.

本稿は次のように構成される.第2章では関連技術について述べ,本研究の位置づけについて述べる.第3章では本提案システムの概要,第4章ではプロトタイプの開発について詳細を述べる.第5章ではプロトタイプの評価実験,第6章では本研究の全体のとりまとめとして結論を,第7章では本システムの今後の展望について述べる.

2. 関連技術

パソコン実習室の利用人数や利用状況を確認する先行技術としてはパソコンの利用履歴記録データベースをもとに講義の出欠を行う出席管理システム[2]や,IC(Integrated Circuit)カードを利用した室内の入退出時間を管理するシステム[3]などがある.

一方,室内の入退出時間管理を自動化したシステムとしては,iBeacon技術を利用したシステム[3]や,ハンズフリー入退出・在席管理システム[4],カメラを活用した在席管理システムの研究[6][7]などがある.

また,ソフトウェアの使用状況を把握することができるアプリケーションは既に存在しているが在席状況がわからないことなど今回我々が目指しているシステム条件とは合致しない.

以上の先行技術では,利用者の入退出時間を把握することはできるが,我々が検討しているパソコン実習室内に導入するシステム要件に挙げた人の在席時間及びPCの作業時間といった正確な時間管理を行えないことや,我々が目

指すソフトウェアの使用時間数や使用頻度の詳細分析を自動で行うことができないなどという課題がある.

従って,本研究では我々が提案してきた従来のPC管理システムにPC使用時間内で使用した各種ソフトウェアの詳細内訳を自動で行えるようにすることで,各授業で使用したソフトウェアの使用状況を詳細に把握し,既にPCにインストールされた各種ソフトウェアのなかで稼働頻度の低いソフトウェアの発見を誰でも行えるシステムを提案する.また,従来のシステムと比較評価することで,我々の提案システムの評価を行う.

3. システムの概要

3.1 設計コンセプト

1) 設置場所

設置場所は教育機関(中学・高校・大学・職業訓練等)等のパソコン教室及び実習室とする.

2) 測定対象者

パソコン実習室内でパソコンを使用する学生及び教員などとする.

3) データ管理の規模

教育機関で使用するパソコン実習室等を想定しているため,本システムで管理する人数は約40人から80人程度とする.

4) 管理データの収集方法

パソコン利用者に常に監視されているという心理的ストレスを感じさせず,無意識のうちにパソコン設備の利用状況やデータログなどのデータを自動で収集できるシステムとする.

5) 設置方法

設置工事が素人でも簡単に設置でき,設置コストが安価であること.

本システムではスマートタップをパソコンの電源コードとACコンセントの間に接続し,パソコン用の椅子にマットセンサを置くだけで本システムのセットアップができ,素人でも簡単に設置できること.

5) パソコン利用状況の管理内容

本システムで扱う利用状況の管理内容を下記に示す.

② 日数毎・授業毎のパソコンの利用者数

② 授業毎のパソコンの実利用時間(パソコンを使用していない時間を省いた時間)

③ 人が不在なのに稼働しているパソコンの無駄の発見

④ パソコンの実利用時間内で使用したソフトウェアの使用時間及び稼働頻度

これまでに我々が提案してきたシステム[1]では上記の①から③を実現するシステムを提案してきたが,④について十分対応できていない.本稿では④の管理手法について記述する.

3.2 従来の提案システム

従来我々が開発してきたシステム[1]について説明する。PC 実習室での人の在席及び PC 作業状況等を監視及び管理する方法として IoT を使用したシステムを開発してきた。

図 1 に従来提案システム概要を示す。

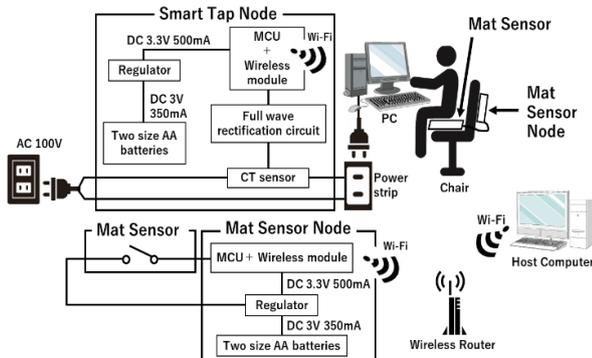


図 1 従来の提案システムの概要

各パソコンの使用状況を調べる方法としてスマートタップを使用した。スマートタップを設置したパソコンの消費電力情報かパソコンの利用時間等稼働状況を求めた。しかし、この方法はパソコンを ON にしたまま席を離れたとき、つまり実際は不在の際も作業中になってしまう誤認識の課題があった。そこで、我々はパソコン実習室における実際にパソコン作業をしている人の在席の有無を検知する方法として市販のマットセンサを椅子に設置することにした。これによりパソコンの椅子に人が座っているかの有無をはっきりできるため人の在席状況を正確に把握できるようした。この 2 つのセンサ情報に加え、PC のスリープ機能を活用した。センサの情報だけでは人が在席状態でもパソコンの電源が ON のまま、実際 PC 作業を行わず、別の作業、例えばノートにメモをとる作業等様々なケースが考えられるためパソコンを放置状態にしたときに電源が自動で落ちようパソコン側のスリープモードを活用する方法を考案した。これによってパソコンが電源 ON の状態で実際にパソコン作業をしていない状態が続いた場合にパソコンスリープで自動的に電源が落ちることでパソコンを使用していないが作業中の状態として誤認識するのを極力減らすことができる。しかし、パソコンのスリープ時間の設定を極力短くしないとパソコン作業時間とパソコンの非作業時間の測定精度が良くなるということが確認できた。しかしパソコンのスリープ時間を短くすることで、パソコン操作上での煩わしさが生じる。そのため、煩わしさを軽減と測定精度の両方のバランスが取れたスリープ間隔として、神奈川県工科大学主催のオープンキャンパスで、1 分と 3 分のスリープ間隔による煩わしさに関するアンケート調査を来客した 25 人を対象に行ったところ 1 分間隔より 3 分間隔のほうが煩わしさを感じずに作業を行えることがわかった。従って、スマートタップとマットセンサの二つのセンサ情

報とパソコンのスリープ機能を併せて活用することでパソコンの作業時間、パソコンの非作業時間、人の不在時間、ムダなパソコンの電気使用時間の 4 つの状態を検出できるパソコン管理システムを提案してきた。

3.3 本提案システムの位置づけ

3.2 節で述べたように従来システムでは人の在席状況及び PC 稼働情報は高い精度で管理できることが確認できた。

しかしながらこのシステムでは実際にパソコンの使用時間内に使用したソフトウェアの使用時間数や使用頻度等詳細分析を行うことはできなかったため、稼働頻度の低い無駄なソフトウェアを誰でも容易に見つけることはできなかった。

使用頻度の低いソフトウェア、つまり無駄なソフトウェアはドライブの空き容量を圧迫したり、メモリ消費の増加、また使用もしないのに次回のパソコン設備更新時にそのまま採用されてしまう恐れがある。このため使用頻度の低いソフトウェアが判れば、次回以降パソコン教室及び実習室等の設備更新時に排除でき最終的にパソコン教室更新時にコスト削減に繋がるメリットがある。

そこで我々が従来提案をしてきたパソコン使用状況及び人の在席情報を管理できるシステムにパソコン使用時間内に実際に使用されたソフトウェアを自動で詳細内訳を行うシステムを提案する。

表 1 に各種管理手法により PC 作業時間、非 PC 作業時間 (PC 以外作業時間)、アプリケーション使用頻度、人の在席状況を正確に管理できるかどうかをまとめた表である。

この表 1 は我々が実証実験で求めた結果である。表 1 内に示す「データロギング」はパソコンの OS 内で管理するデータロギング単体を使用した場合の結果、「スマートタップ」はスマートタップ単体を使用した場合の結果、「カメラ」はカメラ単体を使用した場合の結果、「マットセンサ」はマットセンサ単体を使用した場合の結果、「スマートタップ+データロギング」はスマートタップからの取得情報とクライアント PC 内の OS が管理するデータロギングの両社を取得した場合の結果、「スマートタップ+マットセンサ」は我々が過去に提案した PC 管理システム[1]の結果であり、そして「スマートタップ+マットセンサ+データロギング」は本稿で提案する PC 管理システムの結果である。

表 1 内の「○」は正確な情報を取得できることを示し、「×」は全く情報を取得できない場合、「△」は情報取得できることもあるが、状況上によって取得できない場合もあるものを示す。例えばデータロギング単位の場合、PC 作業は「△」である。これは PC 稼働中に更新プログラム等の障害が発生した場合、データの記録が止まってしまう PC の使用状況が把握できない場合があるため「△」と表記した。

表 1 本研究の位置づけ

情報取得方式	PC作業	非PC作業	アプリケーション 使用頻度	在席情報
データロギング	△	×	○	×
スマートタップ	○	○	×	×
カメラ	○	○	○	○
マットセンサ	×	×	×	○
スマートタップ + データロギング	○	○	○	×
スマートタップ + マットセンサ	○	○	×	○
スマートタップ + データロギング + マットセンサ	○ (スマートタップ)	○ (スマートタップ)	○ (データロギング)	○ (マットセンサ)

表 1 内の「スマートタップ+ログデータ+マットセンサ (+パソコンスリープ)」表記は本研究の提案システムである。過去に我々が提案したシステム[1]は「スマートタップ+マットセンサ (+パソコンスリープ)」である。このシステムはパソコンの稼働状態及び在席状況は過去の関連技術よりも測定精度が高いことが確認できたが[1], パソコン作業時間に使用した各種アプリケーション情報を分析し表示することはできなかった。

また、「スマートタップ+データロギング」ではパソコンの作業状態を把握でき、かつアプリケーションソフトウェアの利用状況を確認できるが、在席情報がわからないため、今回のシステム要件の「5) 管理情報の内容」の項目にあっていない。

同様に表 1 で示しているように関連研究では我々が目指す条件をすべて満たすものは存在しない。

しかし、今回提案するシステム「スマートタップ+ログデータ+マットセンサ (+パソコンスリープ)」では過去に我々が提案した「スマートタップ+マットセンサ (+パソコンスリープ)」のシステムで取得できていた情報に加えアプリケーション情報が取得できる技術を提案するとともに使用頻度の低いソフトウェアを素人でも簡単に発見ができるシステム開発を目指す。

4. プロトタイプの開発

4.1 システム概要

図 2 に我々が提案するシステムの概要図を示す。本研究で提案するシステムでは一人分のパソコンの稼働状況・在席情報・ソフトウェア使用情報を確認するため、PC 使用者一人に対して、スマートタップノードとマットセンサノードを 1 台ずつ配置する。また各パソコンに各パソコン内部で OS が管理しているログファイルの情報を取得する専用のアプリケーションをインストールすることが過去の提案システムと大きく違う点である。このアプリケーションによってログファイル情報を取得する。

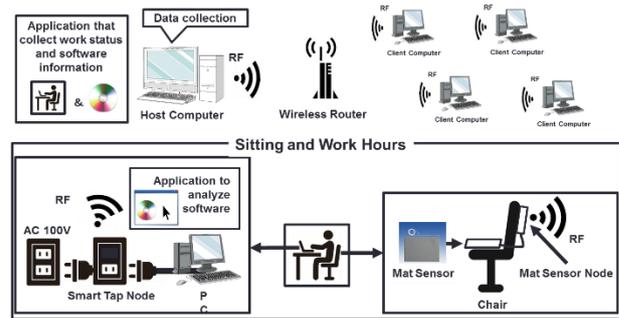


図 2 我々が提案する PC 管理システムの概要

4.2 無線通信付きスマートタップノード

スマートタップに PC の稼働状況を管理する PC の電源コンセントと PC 用ディスプレイの電源コンセントを差し込むことで、スマートタップ内の CT センサで PC 並びに PC ディスプレイの総合計した消費電流を求め、電圧 (AC100V 一定) と電流の積から簡易的に電力 (皮相電量) を算出する。測定電力の結果は無線通信 (Wi-Fi) で上位 PC 側へ送信する。

4.3 無線通信付きマットセンサノード

PC 使用者の椅子にマットセンサを設置し、椅子に人が座っているかどうかの在席管理を行う。マットセンサの在席情報の結果は無線通信 (Wi-Fi) で上位 PC 側へ送信する。

4.4 下位 PC 側のアプリケーション

今回、我々は下位 PC で使用中のソフトウェアを検出してデータ送信する専用アプリケーションを開発した。

図 3 に下位 PC の専用アプリケーションの動作フローを示す。このアプリケーションでは最前面のウィンドウ表示になっているソフトウェア情報を OS (Windows) から取得して、上位のデータ収集 PC へ送り届ける処理とした。

ここでソフトウェア情報の取得方法についてもう少し詳細を述べる。PC 上で動作しているソフトウェアの中には、バックグラウンドで動作しているソフトウェアがあるが、必要としている情報は、人が操作しているソフトウェアの情報のため、今回開発したアプリケーションではパソコン画面の最前面に表示しているウィンドウのみからソフトウェア情報を取得することにした。何故ならパソコン画面上に複数のウィンドウが表示されていると重複してカウントしてしまいうため、実際に使用しているソフトウェアを正確に求められないと考えたからである。よって、今回は最前面で使用しているウィンドウのアプリケーション情報のみを取得して、上位 PC へ送信する動作としている。

図 4 に実際に開発した下位 PC アプリケーションの画面を示す。再前面にウィンドウ表示されているアプリケーション情報を WindowsOS から取得したものを図 4 に示すように TextBox に日付とアプリケーション名を取得し表示させると共に上位 PC へ無線通信 (Wi-Fi) で送信させている。

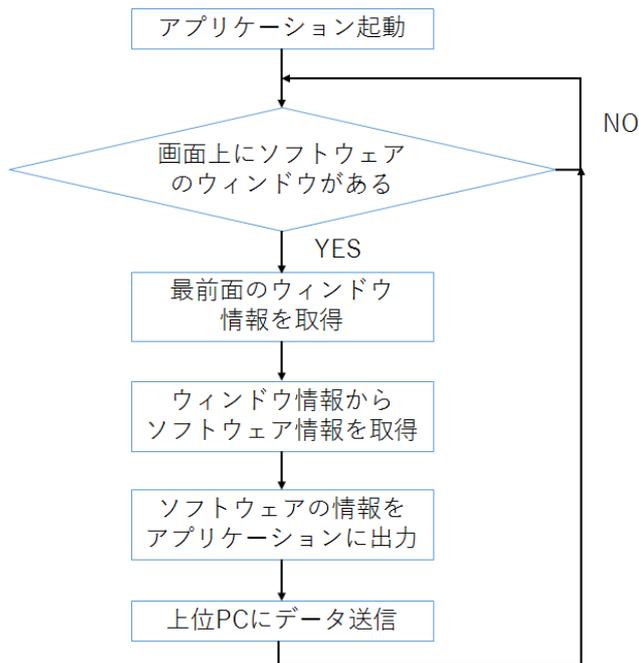


図3 下位 PC アプリケーションの動作フロー



図4 下位 PC のアプリケーション画面

4.5 上位 PC 側のアプリケーション

上位 PC 側のアプリケーションでは、下位 PC 側アプリケーションから送信される使用ソフトウェアの情報、スマートタップからのパソコン稼働状況の情報、マットセンサからの在席情報を受信する。在席情報とパソコンの稼働状況の管理は、従来システムと同様の手法によりパソコンの作業時間等を算出して、上位 PC 側のアプリケーション画面上に作業状態の表示及び記録を行う。各下位 PC で使用されているソフトウェアの情報は、下位 PC からお送り届けられた使用ソフトウェアの情報を csv 形式でファイルに保存できるように開発した。今回の上位と下位 PC 側のアプリケーションでは Visual Basic2015 言語を使用し開発を行った。

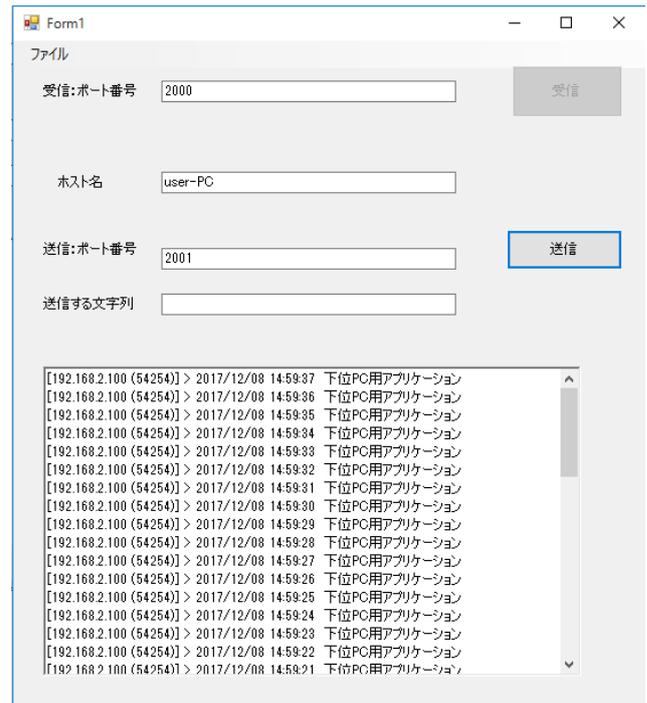


図5 上位 PC のデータ収集アプリケーションの画面

5. システムの評価実験

5.1 実証実験方法

本稿で提案するシステムのプロトタイプを開発し実証評価を行った。実証評価の場所は神奈川工科大学 C2 号棟 6 階 E602 室である。実証評価期間は平成 29 年 12 月 18 日の午後 4 時 31 分 21 秒から午後 5 時 41 分 12 秒の期間実施した。今回は一人分の PC の稼働状況を測定できるよう各ノードデバイスを図 6 のように配置した。また、ソフトウェア分析ができるアプリケーションを上位 PC 1 台と下位 PC 1 台導入した。下位 PC には OS に搭載のパソコンのスリープ機能（設定時間は 3 分間隔）を活用することで、合計 PC 使用時間と合計スリープ時間の計測を行い、PC 使用時間内に各種ソフトウェア情報を正確に取得できるか実証評価した。

今回の実証評価では本稿で提案するソフトウェア使用状況の計測からカメラで撮影した映像より算出したソフトウェアの稼働時間を正解データとして、市販のソフトウェア解析ソフト(ソフトウェア名:Manic Time・メーカー名:Finkit doo)と今回我々が提案したシステムとを比較評価することで、提案システムの評価を行った。

本システムで取得したデータが正確な情報を取得できるか評価するため、図 6 に示すようにカメラを 2 台用意し、1 つはソフトウェアの稼働状況を確認するために下位 PC の PC ディスプレイの画面の前に設置した。2 つ目は人の在席状況と PC 稼働状況を確認するために図 6 に示す位置に設置した。PC 稼働状況に関しては、ディスプレイの画面が付いた場合に ON と判断し、画面が暗くなった場合に

OFF と判断した。そして、この二つのカメラを正解データとして本システムで計測したデータと比較することで本システムを評価した。

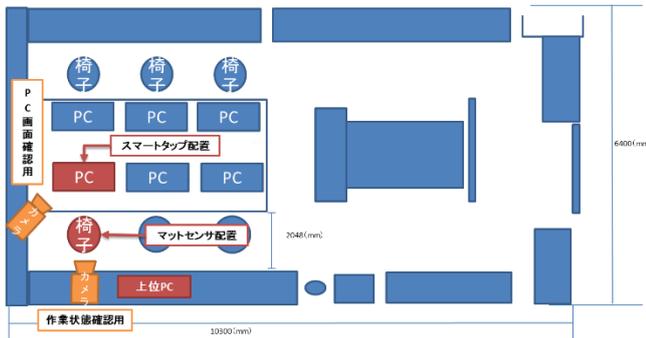


図6 実証実験のレイアウト図及びカメラの配置位置

5.2 実証実験の結果

従来システムとカメラを活用して計測した合計 PC 使用時間と合計スリープ時間の計測結果は表 2 に示した。ソフトウェアの使用時間は、この PC 使用時間内の解析結果が出力される。市販のソフトウェアとカメラを比較した結果は表 3 に示した。カメラとの誤差はそれぞれのソフトウェア計測値で誤差が発生し最大で 29(s)以内に収まった。提案システムとカメラの比較をした結果は表 4 に示した。カメラとの誤差は全てのソフトウェア計測値において少なく、最大で 7(s)以内に収まった。また、図 7 に示したソフトウェア分析結果のグラフより、取得できていないソフトウェアの情報等がなく大きな誤差がないことがグラフからも分かった。提案システムのソフトウェア解析結果をグラフ化し使用頻度順に並べ替えた結果は図 8 に示した。結果から、グラフ化することで使用頻度の高いものから低いものを見分けられることが確認できた。

表 2 合計 PC 使用時間及び合計スリープ時間計測結果

	カメラの実測値	提案システムの実測値	誤差
合計PC使用時間	0:48:30	0:51:31	- 0:03:01
合計スリープ時間	0:21:17	0:18:16	+ 0:03:01

表 3 市販のソフトウェア解析ソフトの計測結果

	カメラの実測値	市販のソフトウェア解析ソフトの実測値	誤差
下位PC用アプリケーション	0:01:21	0:01:14	+ 0:00:07
explorer	0:03:56	0:03:57	- 0:00:01
chrome	0:12:45	0:13:03	- 0:00:18
ManicTimeClient	0:02:18	0:02:20	- 0:00:02
notepad	0:04:06	0:04:15	- 0:00:09
WINWORD	0:22:46	0:23:15	- 0:00:29
dllhost	0:00:05	0:00:06	- 0:00:01

表 4 ソフトウェア分析の計測結果

	カメラの実測値	提案システムの実測値	誤差
下位PC用アプリケーション	0:01:21	0:01:21	± 0:00:00
explorer	0:03:56	0:03:56	± 0:00:00
chrome	0:12:45	0:12:50	- 0:00:05
ManicTimeClient	0:02:18	0:02:18	± 0:00:00
notepad	0:04:06	0:04:13	- 0:00:07
WINWORD	0:22:46	0:22:45	+ 0:00:01
dllhost	0:00:05	0:00:05	± 0:00:00

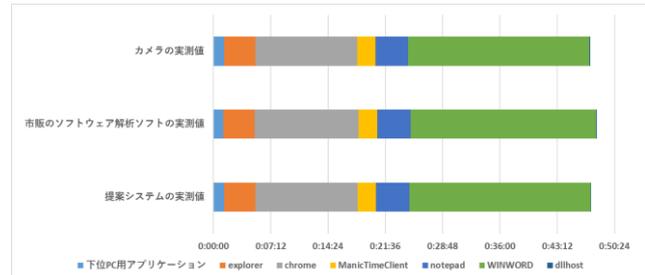


図 7 ソフトウェア分析結果のグラフ

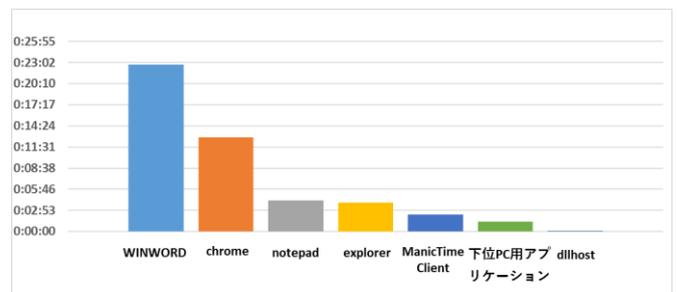


図 8 提案システムのソフトウェア使用頻度順のグラフ

6. 結論

本稿で示した実験結果より、提案したシステムでは、PC 使用中にどのソフトウェアが使用されているかを詳細に分析することができた。しかし、使用されていないソフトウェアを見つけることができていない状況である。そのため、使用頻度の低いソフトウェアを誰でも見て分かるようにするには、インストールされているソフトウェアの中でも使用頻度の回数が一定以下のリストから、用頻度順に並べ替えて表記し、誰でも使用頻度の低いソフトウェアを発見できるようにする必要がある。提案システムとカメラを比較した結果は、誤差が最大で 7(s)以内であった。この誤差は、ソフトウェア分析を毎秒計測しながら上位 PC に送信することや提案システムのアプリケーションの PC 内部の処理優先度が低いことで誤差が生じてしまうと考えられる。市販されているソフトウェア解析ソフトとカメラを比較した場合は、誤差が最大で 29(s)以内であった。この誤差は、PC がスリープに入る際とスリープから復帰するとき大きく発生することが考えられる。理由として、この市販されているソフトウェア解析ソフトも提案システムと同じよ

うに PC 内部の処理優先度が低く、PC 内部に一度ロギングデータとして保存されたものを取得していることが原因と考えられる。

提案システムと市販されているソフトウェア解析ソフトの結果と比較すると、本稿で提案するシステムは画面上のウィンドウ情報から直接データを保存していることから、市販のソフトとは違いデータの処理に時間がかからず、かつ正確にソフトウェア使用状況の情報を取得できていることが確認できた。よって、市販のデータロギングだけで管理するソフトウェア解析ソフトと比べて我々が提案したシステムの方が優れている。

7. 今後の展開

今後は使用頻度の低いソフトウェアを誰でも見て分かるようにするために、インストールされているソフトウェアの中でも使用頻度の低いソフトウェアのリストだけを抽出する機能を搭載したい。

また、神奈川工科大学 C2 号館 3 階 PC センターであるパソコン実習室(PC 設置台数約 30 台の教室)に本提案システムを設置し、複数台の PC 稼働環境での実証実験を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Yuki Takabayashi, Yu Kagami, Haruka Kawauchi, Masao Isshiki, Keiichi Abe, "Development of PC management system for the office and the PC practice room using IoT technology", International Workshop on Informatics(IWIN2017), pp.3-8, 4.Sept.2017.
- [2] 森田 直樹: "他の出席確認システムと連携可能な IC カード読み取りシステム", 電子情報通信学会 pp.65-68, 2012.
- [3] 久保田 真一郎, 古川 誠一郎, 副島 慶人, 川村 諒, 杉谷 賢一: "パソコン実習室型講義におけるプレゼンタイプ出席管理システム", 情報科学技術フォーラム, pp. 175-177, 2009.
- [4] 田中 健, 諏訪 敬祐: "研究室在室管理システム自動化における iBeacon の応用", 学部情報メディアジャーナル, pp.33-39, 2015.
- [5] 高山 尚久, 北村 充弘: "ハンズフリー入退・在席管理システム", NEC 技報/NEC デザイン&プロモーション株式会社編, pp. 60-63, 2010.
- [6] Microsoft "Configuration Manager のソフトウェア使用状況測定の詳細" <<https://technet.microsoft.com/ja-jp/library/gg682005.aspx>>
- [7] JP1 Version 8 NETM/DM 導入・設計ガイド(Windows(R)用)ソフトウェアの稼働状況の監視, <<http://itdoc.hitachi.co.jp/manuals/3020/30203L36A0/DMDS001.1.HTM>> (2017 年 12 月 22 日入手).
- [8] 丹波 一平 大久保弘崇 粕谷 英人 山本晋一郎 "API の使用状況に基づくイディオムの抽出とそれを用いたソフトウェアの自動分類", 情報処理学会報告書, pp.1-8, 2013.
- [9] 金澤ソフト設計 VB.NET でシリアル通信を行う, <http://www.kana-soft.com/tech/sample_0008_3.htm>.