

プロジェクトの各工程の延期時間にもとづく優先度の決定によるファイル送信時間の増加の抑制

三上 智徳¹ 高橋 風太² 串田 高幸¹

概要: 映像制作会社の社員は、業務の分担や共同作業のためのファイル共有やバックアップのためにファイルサーバにファイルを送信する。その際に、複数の社員のファイル送信が重なる場合がある。課題は、書き込みが競合して、時間あたりの書き込み量が減少することによって各社員のファイル送信時間が増加することである。本稿の提案手法では、各工程の延期時間から延期前の工程時間を割り、さらにプロジェクト全体の時間で割る形で優先度の比較を行うための値の算出を行う。工程が延期されている程、値は大きくなる。算出した値を比較した際に、値が大きい順に優先度が高くなるように決定する。それをもとに、優先度が一番高いファイルの送信以外を中断することで書き込みの競合を無くして、優先度が高いファイルの送信時間の増加を抑制する。評価として、提案手法を用いた際と用いていない際の各社員のファイル送信時間を比較する。実験回数はそれぞれ 10 回行い、平均をとった。結果として、約 14GB の動画ファイルにおいて優先度が最も高いファイル送信時間を比較すると、社員数が 2 人の場合のファイル送信時間が約 41%、社員数が 3 人の場合のファイル送信時間が約 47%、社員数が 4 人の場合のファイル送信時間が約 64%削減した。

1. はじめに

背景

ビッグデータの時代の到来により、データのバックアップの重要性がますます高まっている [1]。それに伴い、データ損失での被害も大きくなっている [2]。損失の要因としては、自然災害、人為的な運用上のミス、設備の故障が挙げられる [3]。そのため、データのバックアップは、自然災害と人為的事故の両方によるデータ損失を防ぐために必要不可欠である [4]。バックアップをしておくことで、データが失われた場合でもバックアップサーバからデータを復元することができる [5]。

バックアップやファイルの共有を主な使用用途としているサーバとして、ファイルサーバが存在する^{*1}。ファイルサーバは、ローカル通信ネットワークを介して他の多数の接続されているコンピュータにデータを提供するサーバである [6]。個々の社員がそれぞれ自分のデバイスに重要なファイルを保存しているだけの場合、間違えて削除、上書きした際にファイルを損失する恐れがある^{*1}。そのため、

ファイルサーバにバックアップをしておくことでデータを損失した場合でもデータを保護することが可能である [7]。

映像制作会社は、マルチメディアが普及している中でより多くの優れたコンテンツを迅速に制作する必要がある [8]。ファイルサーバを使用することで、ファイルを社員間で共有することが可能になるため業務の分担や共同作業をすることができる^{*1}。

映像制作会社には、スケジュール管理に従事する職種である制作進行管理職が存在する^{*2}。プロジェクトを開始する際は、必ずスケジュールを組む必要がある^{*3}。しかし、途中でのスケジュール変更が多々起こる。また、アクシデントや作業の遅れで納期が延びるケースがある^{*4}。その際に、対策を講じなければ人件費がかかったり、相手先の会社との信頼関係の低下につながる。そのため、制作進行管理職の人は、進行管理や計画と進捗のズレを是正する。この作業を行う際に、管理ツールや管理ファイルを使用する。その中で、映像制作会社では、実際にガントチャートを使用している^{*5}。

¹ 東京工科大学コンピュータサイエンス学部
〒 192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1

² 東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科コンピュータサイエンス専攻
〒 192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1

^{*1} <https://navi.dropbox.jp/file-server>

^{*2} <https://www.stock-app.info/media/production-management>

^{*3} <https://www.kartworks.com/guide/sche.html>

^{*4} <https://crevo.jp/video-square/product/20230328-3/>

^{*5} <https://note.com/sumtec/n/n1022c6ca4214>

課題

社員は、業務の分担や共同作業のためのファイル共有やバックアップのためにファイルサーバにファイルを送信する。企業で複数人の社員が業務をしている場合、各社員がいつファイルを送信するかが分からない。その際に、複数の社員のファイル送信が重なる場合がある。これにより、ファイルサーバ側のディスクで書き込みが競合する。書き込みが競合すると、時間あたりの書き込み量が減少して、結果的にファイル送信時間が増加する。本稿の課題は、書き込みが競合して、時間あたりの書き込み量が減少することによって各社員のファイル送信時間が増加することである。図1に課題となるケースを示す。

ファイルの送信が重なることで、どれだけファイル送信時間が増加するかを検証する実験をそれぞれ10回行い、平均をとった。約14GBの動画ファイルを用いて行なった結果、社員が1人でファイルを送信した際が約121(秒)、社員が2人でファイルを送信した際が約195(秒)、社員が3人でファイルを送信した際が約260(秒)となった[9]。この結果から、複数社員のファイル送信が重なる場合、各社員のファイル送信時間が増加することが示されている。

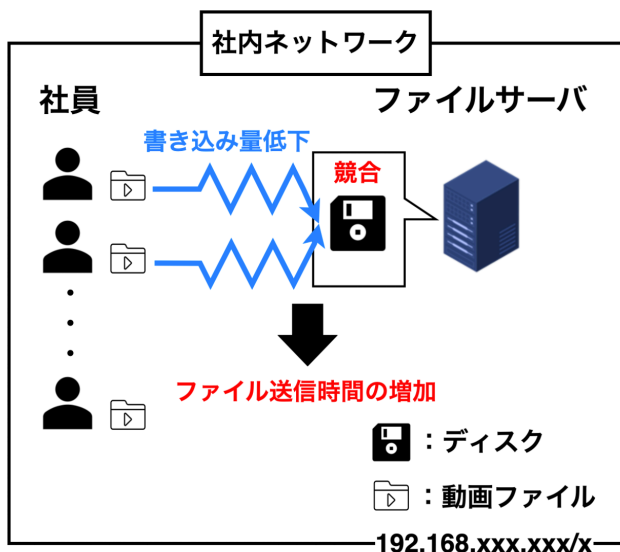


図1 複数社員のファイル送信が重なるケース

各章の概要

第2章では、本稿の関連研究について述べる。第3章では、本稿の課題を解決するための提案方式について述べる。第4章では、提案方式をもと作成したソフトウェアの実装について述べる。第5章では、提案方式の評価と分析、評価実験をするための実験環境について述べる。第6章では、本稿の提案方式についての議論を述べる。第7章では、本稿のまとめについて述べる。

2. 関連研究

広告プッシュ、ブロードキャストシステムのための優先順位付けされた時間制約のあるP2Pパケットスケジューリングを提案している研究がある[10]。現在利用可能な帯域幅、ファイルサイズ、予想される送信終了時間に応じてファイル送信の優先順位が決定される。決定した優先順位にもとづいて帯域幅を割り当てている。結果として、期限時間通りにファイル送信が終了する割合が高くなった。本稿では、進捗が遅れているプロジェクトの工程のファイル送信時間の増加を抑制することを目的としている。この研究での優先順位を決定するための要素だけでは、プロジェクトの状況を考慮することができないため本稿の課題を解決することができない。

ネットワーク層での高効率リアルタイムスケジューラ設計を備えたサービス品質アーキテクチャを提案している研究がある[11]。RMA, EDF, RMS, EDFSのスケジューリングアルゴリズムごとに優先順位を決定して、パケットをスケジューリングしている。この研究は、データの一貫性を目的として優先順位を決定しているため、ファイル送信時間の増加を抑制することを目的としている本稿の課題を解決することができない。

コンピュータの効率的な管理サービスを低コストで導入しやすい形で提供するためのエージェント型遠隔監視システムを開発した研究がある[12]。エージェントがメッセージ送信を制御、監視サーバがメッセージの優先度を制御してシステムがイベント識別子を使用してメッセージを処理している。この研究は、1回目の送信時のアラートメッセージの内容をもとに優先順位を決定して2回目の送信時に適用している。本稿では、アラートが出力される状況や再送信を考慮していないため課題を解決することができない。

送信中にトラフィックの動的バランスをとる新しいパススイッチングアルゴリズムであるLABERIOを提案している研究がある[13]。処理の実行は、優先度の重みに基づいてスケジューリングされて、優先度が一番高い処理から順に実行される。この研究では、制御信号の転送によって発生するオーバーヘッドは考慮されていない。本稿の実装では、制御信号である関数呼び出しが存在しているため、この研究の提案を使用して課題を解決することができない。

3. 提案

提案方式

提案方式の全体の流れを図2に示す。本提案方式では、社員が送るファイルがどのプロジェクトのどこの工程のファイルかという選択から該当するプロジェクトの工程の時間と延期時間、プロジェクト全体の時間を用いて優先度の値を算出する。その後、算出した値を比較して優先度を決定する。最後に、優先度が一番高いファイル以外のファ

イル送信を中断する。こうすることで、社員のファイル送信が重なることが無くなり、優先度が高いファイルの送信時間の増加を抑制する。

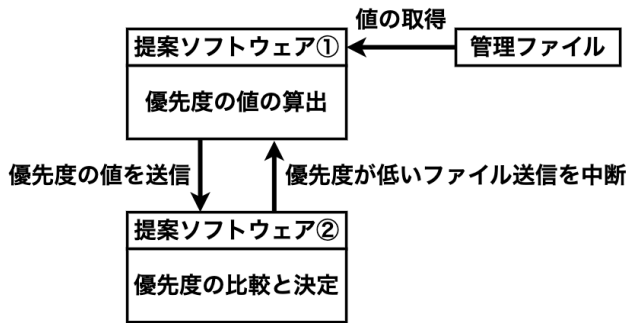


図 2 提案方式の全体の流れの概要図

本稿の提案方式には、前提条件が3つある。下記に前提条件3つを記載する。

- 各工程の重みは、日数で重み付けしている
- プロジェクトの経過日数の重みは、どこでも同じ
- 延期日数も日数で重み付けしている

したがって、各工程での仕事内容や仕事の重さは考慮せずに各工程に要する日数で優先度を決めている。

本提案方式の適応ケースとその際の処理は大きく2つに分けられる。

(1) 延期しているプロジェクトが1つの場合

処理：延期しているプロジェクトのファイル送信を優先する。(延期していないプロジェクトのファイル送信を中断する)

(2) 延期しているプロジェクトが複数の場合

処理：算出された優先度の値を比較して、値が小さいファイル送信を中断する。

ここからは、優先度の決定方法とファイル送信の中断方法の2つに分けて説明する。

優先度の決定方法

管理ファイルの形式は、ガントチャートである。図3にガントチャートの形式を示す。縦軸でプロジェクトの各工程を記載しており、横軸で日数を記載している。各工程に要する日数分のマス塗りつぶすことで各工程の予定を立てている。

優先度の値を算出するために、工程の延期時間、延期前の工程時間、プロジェクト全体時間を使用する。前提条件をもとに、この3つの指標を使用することで、プロジェクト全体に占める工程の重みと工程に対する延期時間の割合を考慮することができる。

ガントチャートでは、日数単位で進捗を管理しているた

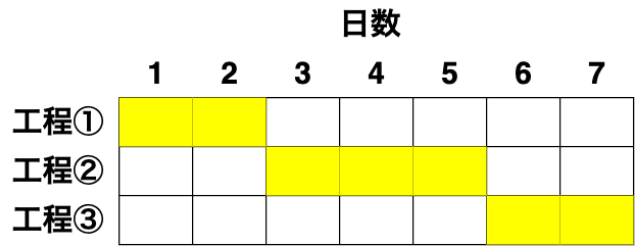
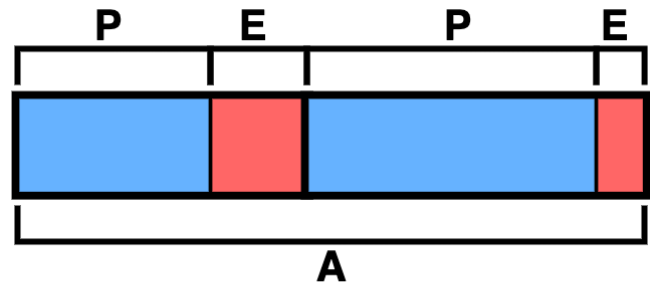


図 3 ガントチャート

め時間 (h) に変更する必要がある。変更する際は、工程の延期日数、延期前の工程日数、プロジェクト全体日数を8で乗算する。8で乗算する理由は、厚生労働省が出している1日に超えてはいけないとされている法定の労働時間が8時間であるためである*6。

優先度の値を算出するための式を(1)に示す。また、工程の延期時間、延期前の工程時間、プロジェクト全体時間の関係性を図4に示す。(1)の式と図4では、工程の延期時間をE、延期前の工程時間をP、プロジェクト全体時間をA、出力される優先度の値をVで示す。算出されたVの値が大きいほど優先度が高くなり、Vの値が小さいほど優先度が低くなる。延期していない工程は、Eの部分に0が入るためVの値が必ず0になる。そのため、延期していない工程の優先度は一番低くなる。

$$V = \frac{E}{P} * \frac{1}{A} \quad (1)$$



E：工程の延期時間
P：延期前の工程時間
A：プロジェクト全体時間

図 4 各要素の関係性

優先度の値の算出方法と比較の例を2つのプロジェクトを例に説明する。2つのプロジェクトをプロジェクトAとプロジェクトBとしてそれぞれの状況を図5に示す。図5をもとにプロジェクトAとBの優先度を算出するための要素を以下に示す。

- プロジェクトA
工程：テロップ

*6 https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/roudouzikan/index.html

工程の延期時間：24 時間
延期前の工程時間：8 時間
プロジェクト全体時間：112 時間

● プロジェクト B

工程：カット
工程の延期時間：16 時間
延期前の工程時間：32 時間
プロジェクト全体時間：112 時間

上記の要素を用いて、(1) の式に代入した式を (2)、(3) とする。(2) がプロジェクト A の式で (3) がプロジェクト B の式である。算出された値を整数にするために 10000 を掛けた値を四捨五入した。そのため、プロジェクト A が 30、プロジェクト B が 45 となる。30 と 45 を比較すると 45 の方が値が大きいため、この例ではプロジェクト B が優先となる。

$$\frac{8}{24} * \frac{1}{112} * 10000 = 30 \quad (2)$$

$$\frac{16}{32} * \frac{1}{112} * 10000 = 45 \quad (3)$$

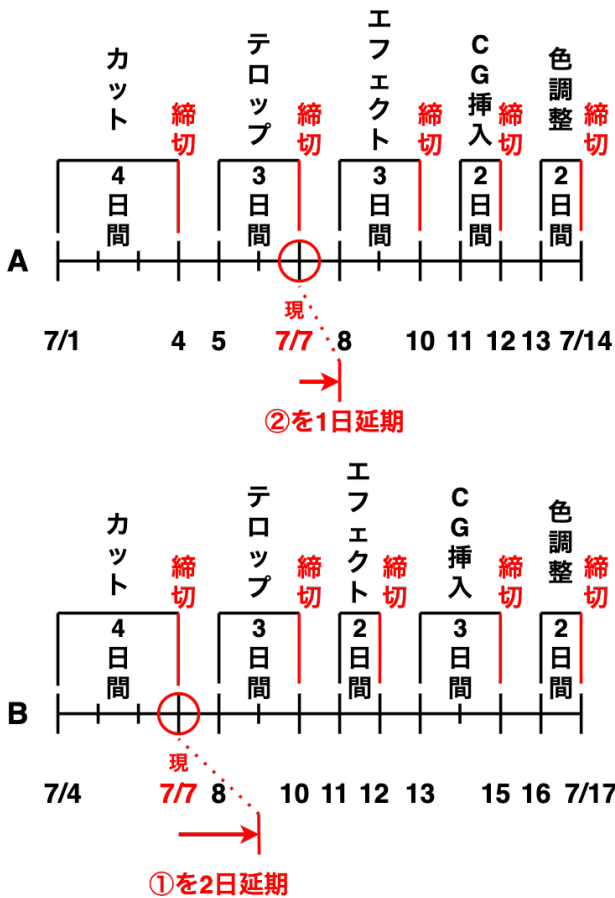


図 5 プロジェクトの状況

ファイル送信の中断方法

優先度の決定方法で算出された値をもとにファイル送信の中断を行う。今回は、優先度の値が一番高いユーザのファイル送信のみを送信可能としてそれ以外のユーザのファイル送信を中断する。この処理を行うことで、優先度が一番高いファイルの送信時間の増加を抑制する。

ファイル送信の流れを図 6 に示す。この図では、社員が A と B の 2 人、ファイルサーバが 1 台のケースを例としている。初めに、社員 A がファイル送信を開始する。その際に、ファイルサーバ側で社員 A のファイル送信の開始を検知する。社員 A のファイル送信中に社員 B がファイル送信を開始する。ここでも、ファイルサーバ側で社員 B のファイル送信の開始を検知する。この段階で社員 A と社員 B の 2 人のファイル送信が同時に行われている状態になっているため、ファイルサーバ側で優先度の比較を行う。今回は、社員 B の方が優先度が高いため優先度が低い社員 A のファイル送信を中断して、優先度が高い社員 B のファイル送信を継続するようにする。こうすることで、ファイル送信の競合が無くなるため優先度が高い社員 B のファイル送信時間の増加を抑制することができる。社員 B のファイル送信が終了したタイミングでファイルサーバ側で終了を検知する。最後に、終了検知が行われたため中断していた社員 A のファイル送信を再開する。

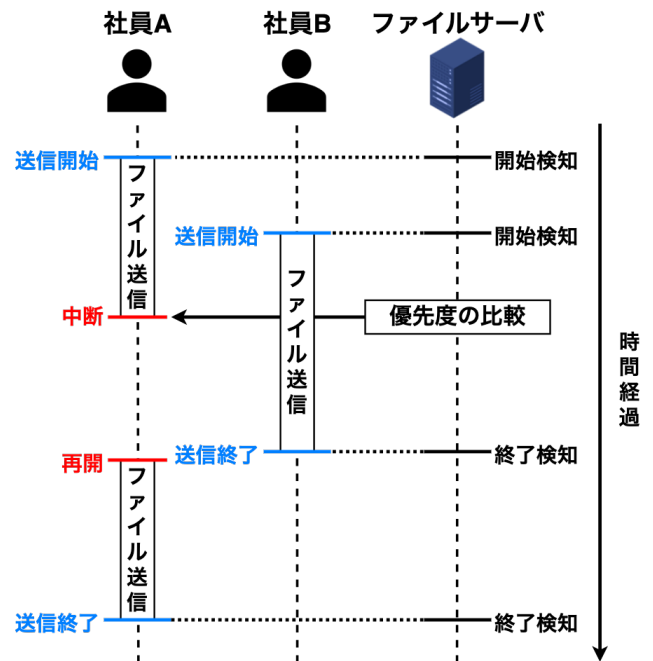


図 6 ファイル送信中断の流れ

ユースケース・シナリオ

映画やアニメ、TV 番組の制作、編集を行うスタートアップ、小規模の映像制作会社をユースケースとして想定する。ユースケースを図 7 に示す。動画ファイルの漏洩を防

ぐため、社内ネットワークを使用する。映像制作会社の社員は、ファイルの収容と共有、バックアップのために動画ファイルをファイルサーバに送信する。送信する動画ファイルのサイズは、10GB 以上としている*7。映像制作会社では、制作進行管理職の社員がプロジェクトを開始する際に進捗管理をするための管理ファイルを用意する。

映像制作会社には社員が複数人居て、各社員がいつファイルを送信するかが分からない。その際に、複数の社員のファイル送信が重なる場合があり、ファイルサーバ側のディスクで書き込みが競合する。書き込みが競合すると、時間あたりの書き込み量が減少して、結果的にファイル送信時間が増加する。そのため、本稿で提案するソフトウェアを使用することで進捗管理をするための管理ファイルから工程の延期日数、延期前の工程日数、プロジェクト全体日数を読み取り、優先度の値の算出を行う。算出した値から優先度を決定して、優先度が低いファイルの送信を中断することによって社員のファイル送信が重なることがなくなる。したがって、優先度の高いファイルの送信時間の増加を抑制することができる。

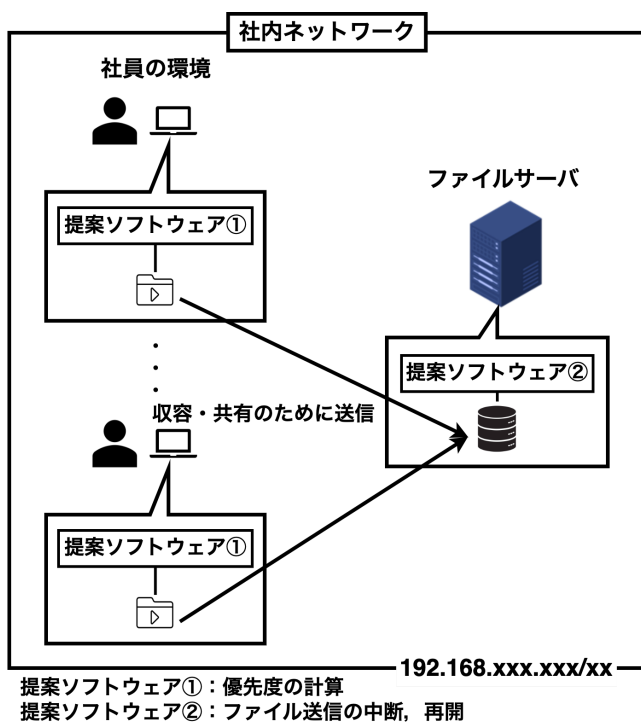


図 7 ユースケースシナリオ

4. 実装

提案方式をもとにした新たなソフトウェアを開発言語である Python を用いて 2 つ作成した。1 つ目のソフトウェアは、選択したプロジェクトの工程の優先度の値を算出して送り先に値を送信する機能とファイル送信を行う機能を

*7 <https://skeed.jp/case/>

持つ you-send である。2 つ目のソフトウェアは、送られてきた優先度の値を比較して値が小さい方のファイル送信を中断、再開する機能を持つ receiver である。また、優先度を算出するために必要なプロジェクトの管理ファイルを作成した。ここからは、それぞれのソフトウェアごとに説明する。

プロジェクトの管理ファイル

プロジェクトの管理ファイルは、Excel を用いて作成した。図 8 に作成した管理ファイルの内容の例を示す。縦軸にプロジェクトの各工程、横軸に日数を記載する。その中で、各工程に要する予定日数分のマス黄色で塗りつぶす。また、予定から延期する場合は延期する予定日数分のマスを赤色で塗りつぶす。図 8 のテロップを例に説明する。工程に要する予定日数が 1 日、延期する予定日数が 1 日のため、それぞれ黄色で 1 マス、赤色で 1 マス塗りつぶしている。

	日数						
	1	2	3	4	5	6	7
カット	黄色						
テロップ		黄色	赤色				
エフェクト				黄色			
CG挿入					黄色	黄色	
音入れ							黄色

図 8 作成した管理ファイルの内容の例

you-send

図 9 の you-send がプロジェクトの工程の優先度の値の算出、算出した優先度の値の送信、ファイルの送信を行うソフトウェアである。you-send は、各社員の PC に配置する。以下に you-send の処理の流れを①から⑤で示す。you-send の処理の流れは、図 9 の赤色の数字と紐づいている。

- ① 各社員がファイル送信を行う際に you-send を実行する。実行後、所属しているプロジェクト名、担当している工程、送信したいファイルを選択する。
- ② 選択されたプロジェクト名から該当のプロジェクトの管理ファイルを読み込み、選択された工程から該当の行を読み込む。
- ③ 読み込まれた管理ファイルの該当の行の赤いセル数と黄色いセル数、管理ファイル全体の赤または黄色で塗りつぶされているセル数を使用して優先度の値を算出する。(赤いセル数が延期時間、黄色いセル数が延期

前の工程時間、管理ファイル全体の赤または黄色で塗りつぶされているセル数がプロジェクトの全体時間である)

- ④ 算出された優先度の値を socket 通信を使用してファイルサーバ側に配置している receiver に送信する。
- ⑤ 送信したいファイルを選択する部分で選択されたファイルを rsync コマンドを使用してファイルサーバに送信する。

receiver

図 9 の receiver が送られてきた値の比較を行い、値が小さい方のファイル送信を中断、再開するようにするソフトウェアである。receiver は、ファイルサーバ側に配置する。以下に receiver の処理の流れを①から⑤で示す。receiver の処理の流れは、図 9 の青色の数字と紐づいている。

- ① 社員からのファイル送信の検知を行い、2 回以上検知したら②に進む。
- ② 各社員から送られてきた優先度の値を使用して値の比較を行う。
- ③ 比較の結果、値が一番大きいファイル送信以外を中断する。(pkill コマンドで IP アドレスとプロセス ID を使用して中断する)
- ④ 中断されていないファイル送信の終了を検知する。
- ⑤ 中断していたファイル送信を再開する。(中断の際と同様、pkill コマンドで IP アドレスとプロセス ID を使用して再開する)

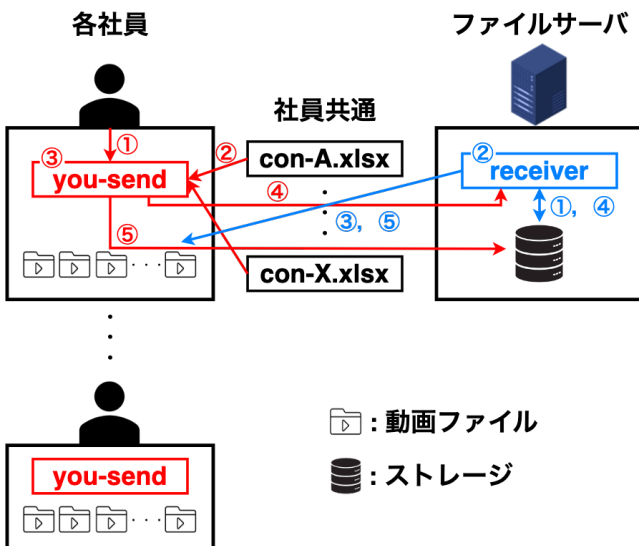


図 9 作成したソフトウェアの処理の流れ

5. 評価実験

作成したソフトウェアを使用していない際と使用した際の各社員のファイル送信時間を比較して評価を行う。映像制作会社では、ファイル送信が最大 4 人まで重なるケースがある*8。そのため、評価実験の社員数は 2, 3, 4 人の 3 パターンで行う。

実験環境

実験環境には、各社員とファイルサーバ全てで VM(仮想マシン)を用いる。各社員は、10GB 以上の動画ファイルをファイルサーバに送信する。今回の実験では、約 14GB, 13GB, 12GB の.mov ファイルを使用する。ファイルの送信には、rsync コマンドを使用する。また、ファイル送信時間を計測するために time コマンドを使用する。以下に、各 VM の構成要素と図 10 に実験環境を示す。

- VM 構成情報 (各社員)
 - OS : Ubuntu-22.04
 - vCPU : 2 コア
 - RAM : 8GB
 - HDD : 200GB
- VM 構成情報 (ファイルサーバ)
 - OS : Ubuntu-22.04
 - vCPU : 2 コア
 - RAM : 8GB
 - HDD : 300GB

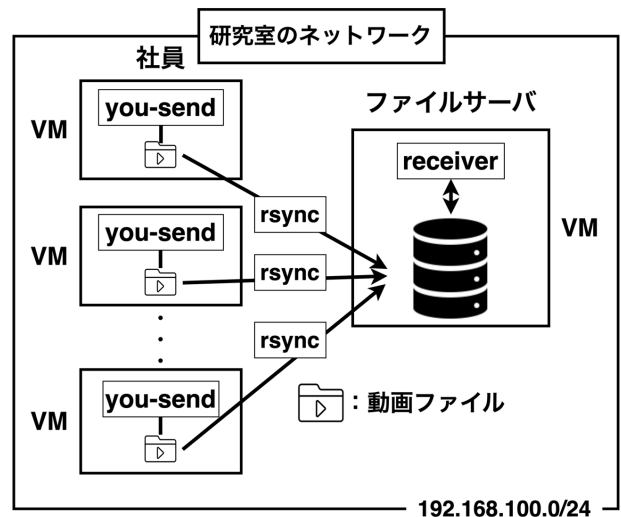


図 10 評価実験の構成

実験結果と分析

提案ソフトウェアを使用していない際と提案ソフトウェアを使用した際のファイル送信時間の結果を社員数が 2 人、

*8 <https://www.directextreme.com/case/interview1.html>

3人、4人の場合に分けて説明する。社員数が2人の場合の結果を図11、社員数が3人の場合の結果を図12、社員数が4人の場合の結果を図13に示す。横軸は、提案なしと提案ありを分けて示している。縦軸は、ファイル送信時間を(秒)単位で示している。実験回数は、提案なしのケースと提案ありのケースをそれぞれ10回行い平均をとった。

社員数が2人の場合

図11に社員数が2人の場合の結果を示す。社員数が2人の実験では、社員Aの優先度が高く、社員Bの優先度を低くした。実験の結果、提案なしのケースでの社員Aのファイル送信時間が215(秒)、社員Bのファイル送信時間が257(秒)であった。また、提案ありのケースでの社員Aのファイル送信時間が126(秒)、社員Bのファイル送信時間が386(秒)であった。優先度が高い社員Aの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約41%削減した。一方、優先度が低い社員Bの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約33%増加した。

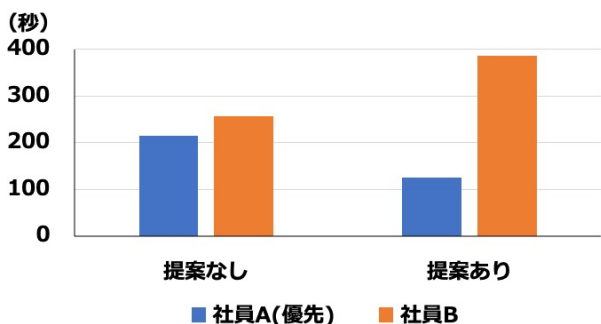


図11 社員数が2人のファイル送信時間

社員数が3人の場合

図12に社員数が3人の場合の結果を示す。社員数が3人の実験では、優先度が高い順に社員A、社員B、社員Cとした。実験の結果、提案なしのケースでの社員Aのファイル送信時間が255(秒)、社員Bのファイル送信時間が374(秒)、社員Cのファイル送信時間が441(秒)であった。また、提案ありのケースでの社員Aのファイル送信時間が136(秒)、社員Bのファイル送信時間が377(秒)、社員Cのファイル送信時間が584(秒)であった。優先度が最も高い社員Aの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約47%削減した。一方、社員Bの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約1%、社員Cの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約24%増加した。

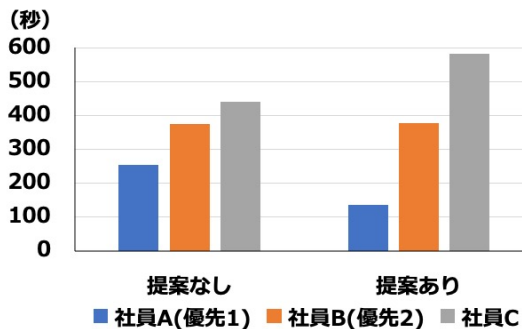


図12 社員数が3人のファイル送信時間

社員数が4人の場合

図13に社員数が4人の場合の結果を示す。社員数が4人の実験では、優先度が高い順に社員A、社員B、社員C、社員Dとした。実験の結果、提案なしのケースでの社員Aのファイル送信時間が356(秒)、社員Bのファイル送信時間が544(秒)、社員Cのファイル送信時間が581(秒)、社員Dのファイル送信時間が458(秒)であった。また、提案ありのケースでの社員Aのファイル送信時間が127(秒)、社員Bのファイル送信時間が367(秒)、社員Cのファイル送信時間が583(秒)、社員Dのファイル送信時間が862(秒)であった。優先度が最も高い社員Aの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約64%削減した。一方、社員Bの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約33%削減した。一方、社員Cの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約1%、社員Dの提案なしと提案ありのファイル送信時間を比較すると、ファイル送信時間が約47%増加した。社員Dは、優先度が一番低いため社員A~Cがファイルの送信をしている時間はファイルの送信が再開されない。そのため、社員A~C分のファイル送信時間が待ち時間となる。この待ち時間が提案なしのケースと比較した際にファイル送信時間が増加した要因となる。

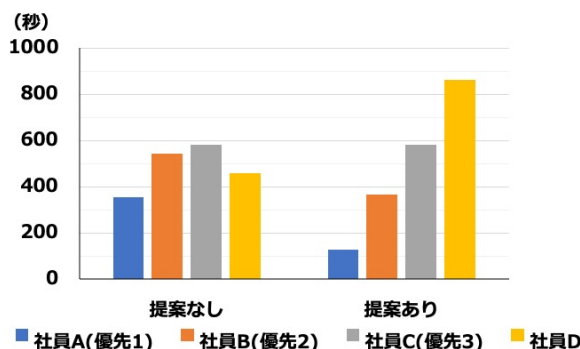


図13 社員数が4人のファイル送信時間

6. 議論

本稿のファイル送信の処理方法だと優先度が一番高いファイルの送信以外が中断される。そのため、優先度が低いファイルは複数社員のファイル送信が重なる場合において断続的に中断されて、ファイル送信時間がより増加する。これは、優先度が低いファイル送信を完全に中断するのではなく、優先度が低い社員が許容できる送信時間でファイルを送信できる帯域幅を確保して、それ以外の残った帯域幅を全て優先度が高いファイル送信に振り分けることによって改善可能である。しかし、優先度が高いファイルの送信時間は本稿よりも増加する。ファイル送信時間が他のファイル送信によって38%増加すると、ユーザはイライラする [14]。そのため、優先度が低い社員が許容できる送信時間の定義は、課題のケースでのファイル送信時間から38%以内の増加とする。

本稿の優先度の決定方法は、工程に要する日数で工程の重み付けをしている。そのため、仕事内容や仕事の重さが工程の重み付けの際に考慮されていない。これは、各工程の仕事内容をリスト化して現時点でどこまで終わっているかを考慮して本稿の優先度を決定する計算式に追加することで改善可能である。

本稿の提案方式では、同じプロジェクト内でファイルの送信が重なった場合が考慮されていない。そのため、同じプロジェクト内でファイルの送信が重なった場合はファイル送信の中断が行われない。これは、同じプロジェクト内でも優先度を付けることで改善可能である。具体的には、プロジェクトの各工程に要する日数とリスト化したタスクの数を使用して、1日に終わらせたいたスク数を算出する。その値が大きい方を優先とすることで改善可能である。また、本稿の提案と同様、延期した工程が存在した際はその工程のファイル送信を最優先とする。

また、延期していないプロジェクトの工程同士(どちらも優先度の値が0)の場合が考慮されていない。そのため、延期していないプロジェクトの工程同士でファイルの送信が重なった場合もファイル送信の中断が行われない。これは、使用できる帯域幅を取得して、ファイルの送信が重なった数で割った値の帯域幅を均等に割り振ることで平等になり改善可能である。帯域幅を均等にして平等にする理由としては、延期していないプロジェクトの工程同士だと優先度の優劣を付けることができないためである。

7. おわりに

映像制作会社には社員が複数人存在する。その中で、各社員はいつファイルを送信するかが分からないため複数の社員のファイル送信が重なるケースがある。本稿での課題は、書き込みが競合して、時間あたりの書き込み量が減少することによって各社員のファイル送信時間が増加するこ

とである。提案では、プロジェクトの工程の時間と延期時間、プロジェクト全体の時間を用いて優先度を決定して、優先度が最も高いファイルの送信以外を中断することで優先度が最も高いファイルの送信時間の増加を抑制する。評価として、提案手法を用いた際と用いていない際の各社員のファイル送信時間を比較した。結果として、社員数が2人の場合は優先度が高い社員のファイル送信時間が約41%、社員数が3人の場合は優先度が最も高い社員のファイル送信時間が約47%、社員数が4人の場合は優先度が最も高い社員のファイル送信時間が約64%、優先度が2番目に高い社員のファイル送信時間が約33%削減した。

参考文献

- [1] Zhao, Y. and Lu, N.: Research and Implementation of Data Storage Backup, *2018 IEEE International Conference on Energy Internet (ICEI)*, pp. 181–184 (online), DOI: 10.1109/ICEI.2018.00040 (2018).
- [2] Xia, R., Machida, F. and Trivedi, K.: A Markov Decision Process Approach for Optimal Data Backup Scheduling, *2014 44th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks*, pp. 660–665 (online), DOI: 10.1109/DSN.2014.100 (2014).
- [3] Wang, X. and Cheng, G.: Design and Implementation of Universal City Disaster Recovery Platform, *2018 2nd IEEE Advanced Information Management, Communication, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*, pp. 2675–2678 (online), DOI: 10.1109/IMCEC.2018.8469356 (2018).
- [4] Xia, R., Yin, X., Alonso Lopez, J., Machida, F. and Trivedi, K. S.: Performance and Availability Modeling of IT Systems with Data Backup and Restore, *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, Vol. 11, No. 4, pp. 375–389 (online), DOI: 10.1109/TDSC.2013.50 (2014).
- [5] Tamimi, A. A., Dawood, R. and Sadaqa, L.: Disaster Recovery Techniques in Cloud Computing, *2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT)*, pp. 845–850 (online), DOI: 10.1109/JEEIT.2019.8717450 (2019).
- [6] Birrell, A. and Needham, R.: A Universal File Server, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. SE-6, No. 5, pp. 450–453 (online), DOI: 10.1109/TSE.1980.230493 (1980).
- [7] Zhang, J. and Li, H.: Research and Implementation of a Data Backup and Recovery System for Important Business Areas, *2017 9th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)*, Vol. 2, pp. 432–437 (online), DOI: 10.1109/IHMSC.2017.209 (2017).
- [8] Mateus, J., Malheiro, F., Cavaco, S., Correia, N. and Jesus, R.: Video annotation of TV content using audiovisual information, *2012 International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp. 113–118 (online), DOI: 10.1109/ICMCS.2012.6320188 (2012).
- [9] 三上智徳, 高橋風太, 串田高幸: プロジェクトの納期と進捗にもとづく優先ユーザの決定によるファイル送信時間の増加の抑制, 技術報告 CDSL-TR-143, Tokyo University of Technology CDSL Technical Report, (online: <https://ja.tak-cslab.org/tech-report/>) (Jan.14, 2023).
- [10] Lin, C.-W., Kuo, L.-C., Chang, S.-A., Feng, K.-

- C. and Weng, Z.-M.: Prioritized time-constraint P2P packet scheduling using Lagrange multiplier for advertisement push/broadcast systems, *2010 10th International Symposium on Communications and Information Technologies*, pp. 529–533 (online), DOI: 10.1109/ISCIT.2010.5665048 (2010).
- [11] Rath, M., Pati, B. and Pattanayak, B. K.: Cross layer based QoS platform for multimedia transmission in MANET, *2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, pp. 402–407 (online), DOI: 10.1109/ISCO.2017.7856026 (2017).
- [12] Ogawa, Y., Saigo, K. and Ohira, E.: Agent-based remote monitoring system using the internet, *The 7th International Conference on Advanced Communication Technology, 2005, ICACT 2005.*, Vol. 2, pp. 865–870 (online), DOI: 10.1109/ICACT.2005.246090 (2005).
- [13] Long, H., Shen, Y., Guo, M. and Tang, F.: LABERIO: Dynamic load-balanced Routing in OpenFlow-enabled Networks, *2013 IEEE 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, pp. 290–297 (online), DOI: 10.1109/AINA.2013.7 (2013).
- [14] Ceaparu, I., Lazar, J., Bessiere, K., Robinson, J. and Shneiderman, B.: Determining causes and severity of end-user frustration, *International journal of human-computer interaction*, Vol. 17, No. 3, pp. 333–356 (2004).