ポスター | 病院情報システム
ポスター1
病院情報システム
2021年11月19日(金) 09:00 ～ 10:00 P会場 (イベントホール)

[2-P-1-02] ブロックチェーン技術を用いた単一医療機関向け診療記録システムに記録された情報の表示方法の検討

*三和 優里佳[1]、五味 悠一郎[2] （1. 日本大学理工学部応用情報工学科, 2. 日本大学理工学部）
*Yurika Miwa[1], Yuichiro Gomi[2] （1. 日本大学理工学部応用情報工学科, 2. 日本大学理工学部）
キーワード：EHR, Blockchain, Blog, Medical institution, Security

ビッグデータ技術や人工知能の発展により，医療機関が保有する膨大な患者の医療データを適切な診断や新治療法発明などに役立てることが期待されている．膨大な医療データを管理し共有するためには，高いセキュリティ水準や，複雑なアクセス制御が可能なシステムが求められる．分散型台帳システムのブロックチェーンを用いることで，そのようなシステムを担保でき，導入や運用のコストと手間を減らすことができる．

提案されているブロックチェーンを用いた診療記録システムの多くは，複数医療機関で利用する方式であり医療機関同士で事前に合意形成する必要があるため，利用する対象を全国と設定すると難しい．ただし，地域や関連病院および単一医療機関といった形で対象の範囲を狭めると導入も簡単となる．

先行研究では，単一医療機関向けの診療記録システムにブロックチェーンを用いても問題ないことが分かった．また，複数サーバでのシステム稼働中にいずれかのサーバが停止し，停止状態から復旧した場合にデータを同期させるプログラムを実装し，正常に同期が行われることを確認できている．しかし，書き込まれた回数が増えると動作が遅くなることが問題とされ，システムに記録された内容に関して，書き込まれた内容を一時保存するファイル（ memory_temp.txt）とブロックチェーンを記録するファイル（ memory_chain.txt）の内容に差異が生じたことがあった．

本研究では，記録された内容に差異が生じない方法を検討し， memory_temp.txtのみで表示する方法と，memory_temp.txtを使用せず memory_chain.txtから復元して表示する方法について，システムへの記録と表示にかかった時間を計測し検証を行った．その結果， memory_temp.txtのみで表示する方法が全体的な処理時間を短縮できることが明らかになった．

ブロックチェーン技術を用いた単一医療機関向け診療記録システムに記載された情報の表示方法の検討

三和優里佳[*1]、五味悠一郎[*2]、
*1 日本大学理工学部応用情報工学科、*2 日本大学理工学部

Examination of method for representing information described in medical records system for single medical institution using block chain system

Yurika Miwa[*1], Yuichiro Gomi[*2]
*1 Department of Computer Engineering, College of Science and Technology, Nihon University ,
*2 College of Science and Technology, Nihon University

Block chain technology ensures authenticity because the recording is irreversible. In addition, readability and preservability are secured with P2P systems. This research is an evaluation of a medical records system for a single medical institution using this technology. In the previous research, there was a difference in the contents recorded in the system between a file (memory_temp.txt) that temporarily stores written contents and another file (memory_chain.txt) that records the blockchain. Therefore, we considered a method for restoring and displaying written content from memory_chain.txt without using memory_temp.txt. In this research, we experimented with a method that does not cause there to be a difference in recorded contents, and we measured and verified the time required for recording and displaying written content on the system by displaying them with only memory_temp.txt and a method of restoring and displaying them from memory_chain.txt. As a result, it became clear that the method of displaying written content with only memory_temp.txt can shorten the overall processing time.

Keywords: EHR, Blockchain, Blog, Medical institution, Security.

1. 諸論

診療録等の法的に保存義務のある記録を電子保存する場合、電子保存の三原則である真正性と見読性および保存性の確保が義務づけられている [1]。ブロックチェーン技術は、電子署名による文書作成者の証明とマイニングによる記録の非可逆性から真正性を確保しており、P2P 型システムを用いることで見読性と保存性も確保しているため、ブロックチェーン技術の医療分野への応用が注目されている [2]。

複数医療機関での利用を前提としたブロックチェーン技術を用いた診療記録システムはいくつか提案されているが、医療機関同士で事前に合意形成を行う必要があるため導入が難しい。そこで、単一医療機関で完結するブロックチェーン技術を用いた診療記録システムを提案する。この方式では、医療機関内で管理する診療情報が改ざん不可能になるだけでなく、各医療機関の鍵が正当であることを証明する外部機関が不要となる。なお、本研究における単一医療機関とは、診療情報に直接アクセスできる範囲の医療機関、すなわち一施設とする。

先行研究では、単一医療機関向けの診療記録システムにブロックチェーン技術を用いても問題ないことがわかった [3]。また、複数サーバでのシステム稼働中にいずれかのサーバが停止し、停止状態から復旧した場合にデータを同期させるプログラムを実装し、正常に同期が行われることを確認できている [4]。しかし、書き込まれた回数が増えると動作が遅くなることが問題とされ、書き込まれた内容を一時保存するファイル（memory_temp.txt）とブロックチェーンを記録するファイル（memory_chain.txt）において、システムに記録された内容に差異が生じたことがあった。そのため、memory_temp.txt を使用せず memory_chain.txt から復元して表示する方法を検討していた。

2. 開発目的

本研究の目的は、ブロックチェーン技術を用いた単一医療機関向け診療情報管理システムを開発し、ブロックチェーンを用いない場合と比較して、時間や費用および三原則の観点による優位性を明示することである。本報告では、memory_temp.txt のみで表示する方法と memory_chain.txt から復元して表示する方法で、システムへの記録と表示にかかった時間を計測し、どちらの方式がより優れているかを示す。

3. システム概要

先行研究において構築したブロックチェーン技術を用いた単一医療機関向け診療記録システムはメディカルαVer.4 であり、memory_temp.txt と memory_chain.txt の内容に差異が生じていた。原因はファイルのロック箇所が適切でなかったためであり、不適切な箇所を修正したシステムをディカルαVer.5 と命名した。メディカルαVer.5 は 3 台の Raspberry Pi と PC を Hub で接続し構築した。Raspberry Pi のうち 1 台を DHCP サーバと DNS サーバとして設定し、残り 2 台の Raspberry Pi に 192.168.10.1 と 192.168.10.2 とＩＰアドレスを設定し、192.168.10.1 のホスト名を Pi1、192.168.10.2 のホスト名を Pi2 とした。メディカルαVer.5 の機能は、診療記録システムとして最低限必要な入力機能と編集機能および削除機能を備えたブログシステムをモデルとして構築した。

3.1 システム構成

メディカルαVer.5 は、メインプログラムである index.php、ブロックチェーンを操作するプログラム blockchain.php、要素数であるチェーンの長さを返すプログラム get_prev_cnt.php がある。また、ブログシステムへ文章が追加や編集もしくは削除された時に、生成されたブロックを時系列順に追記していくファイル memory_chain.txt と、ブログシステムの文章を保存するフ

ァイル memory_temp.txt から構成されている。

3.2 システム要素技術

システムの主な処理を説明する。

1) 相手サーバへの書き込み
自サーバと相手サーバでチェーンの長さを比較する。本システムで生成されるチェーンはプライベート型であるため、相手サーバのチェーンが長い場合は、相手サーバとのチェーンの差分をとり、自サーバに結合する。

2) ブログシステムへの書き込み
ブログシステムで書き込みが発生した場合、書き込んだ内容と前ハッシュ値およびシステム上でマイニングされた値を用いて SHA256 のアルゴリズムでハッシュ値を生成し、情報の集合体であるブロックを作る。

3) ハッシュの妥当性をチェック
ブロックの番号が 1 つ前のブロック番号に 1 を足した値と等しいことを確認する。また、前ブロックのハッシュ値が現ブロックの前ハッシュ値と等しいことを確認する。更に現ブロックのハッシュ値がブロックの情報から計算したハッシュ値と等しいことを確認する。この 3 つの確認のうち、いずれか 1 つでも等しくなかった場合は警告を表示する。

4) ブログシステム画面に表示
memory_temp.txt もしくは memory_chain.txt から、書き込まれたデータをブログシステム画面に表示する。

3.3 チェーン直接読出方式

チェーン直接読出方式は、書き込まれた内容をブログシステム画面に表示する際に、memory_temp.txt を使用せず memory_chain.txt から直接読み出して表示する。チェーン直接読出方式のフローチャートを図 1 に示す。

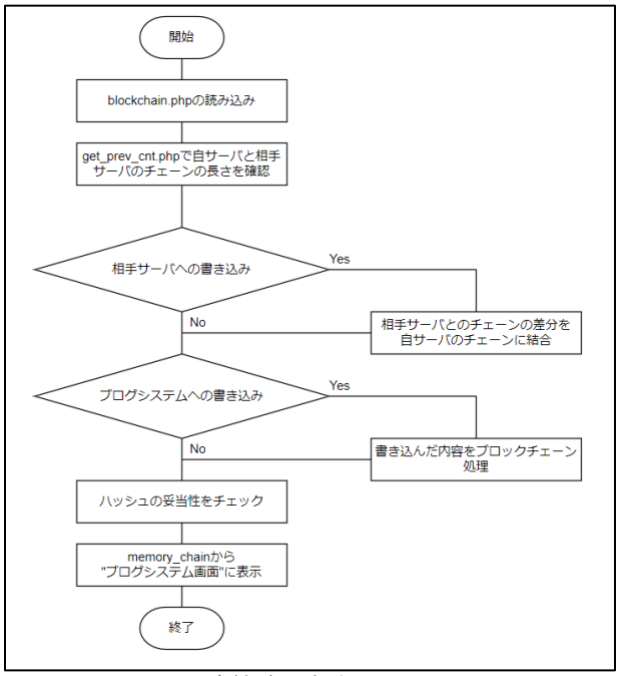

図 1 チェーン直接読出方式のフローチャート

3.4. テンポラリ方式

テンポラリ方式は、書き込まれた内容を表示する際に memory_temp.txt のみで表示する。また、書き込みや相手サーバへの書き込みがない場合に、memory_temp.txt と memory_chain.txt のブロック内に書き込まれたデータを比較することで、memory_temp.txt のデータ整合性を保っている。テンポラリ方式のフローチャートを図 2 に示す。

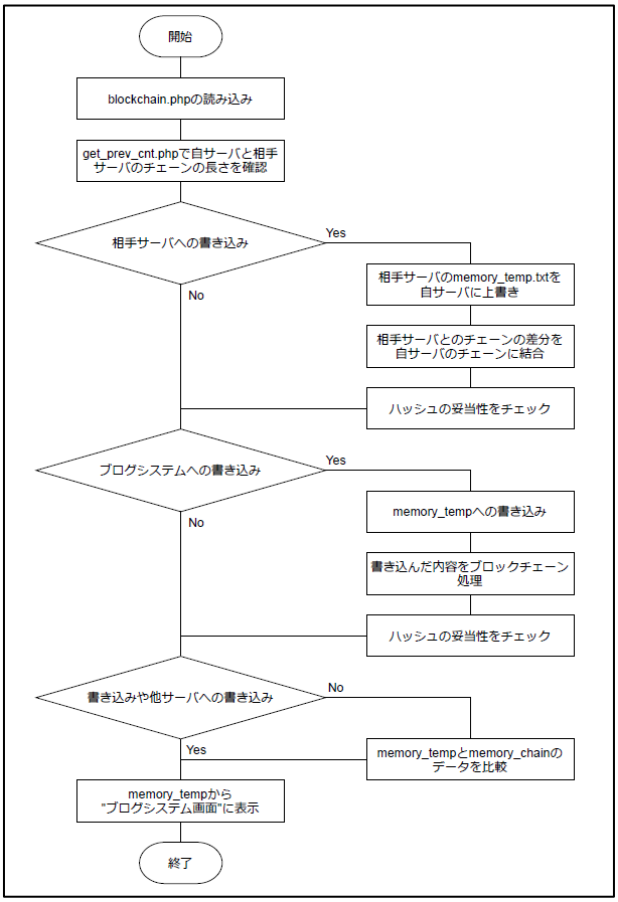

図 2 テンポラリ方式のフローチャート

4. システム評価

チェーン直接読出方式とテンポラリ方式のそれぞれでブログシステムへ書き込みを行い、システムへの記録にかかる時間と表示にかかる時間の計測を行った。

Pi1 と Pi2 でそれぞれのプログラムを起動し、キーボードとマウスの動作を行う汎用マクロソフト「KeyToKey」を用いて、Pi1 の入力機能で「abc」と 520 回連続で書き込みテストを行った [5]。書き込みを 520 回にした理由は、標準的電子カルテ推進委員会資料のモデル化された病院像において、23 診療科を有する総合病院の 1 日の平均外来患者数が 1,200 人であり、1,200 を 23 で割った約 52 人が 1 診療科の 1 日の平均患者数となるためである [6]。また、1 人の患者に対するデータは問診記録や診療病名など約 10 種類あるため、1 日に取り扱うデータは 52 人の 10 倍の約 520 件とした [7]。システムへの記録にかかった時間の計測結果を図 3 に、表示にかかった時間の計測結果を図 4 に示す。

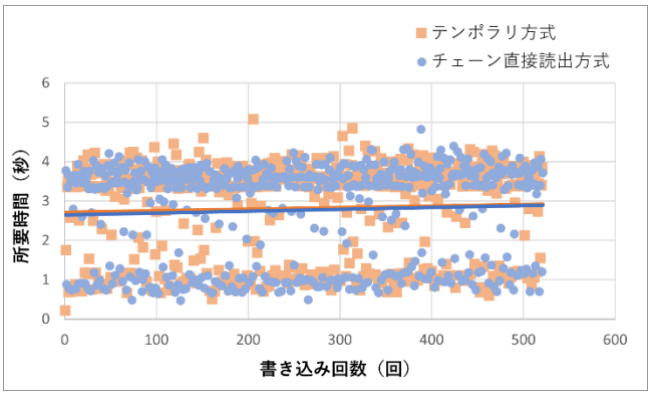

図 3 システムへの記録にかかった時間

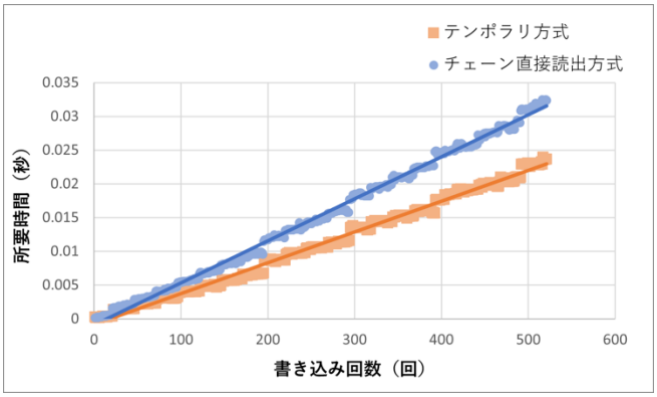

図 4 システムへの表示にかかった時間

5. 考察

システムへの記録にかかった時間は約 0.06 秒チェーン直接読出方式が早いという結果になった。この結果は書き込みをする際の操作ファイル数が、チェーン直接読出方式は 1 つであるのに対し、テンポラリ方式は 2 つあるためである。

システムの画面表示にかかった時間はテンポラリ方式が早く、書き込み回数が増えるにつれてその差は顕著となった。チェーン直接読出方式は表示に必要なデータ以外の情報がブロックに多く含まれており、書き込み回数が増えるとデータが肥大化してしまうため表示に時間がかかったと考えられる。

本報告では 1 日 520 件として計測を行ったが、1 年間平日のみの診療とすると 260 倍の約 13.5 万件の書き込みとなる。520 件におけるチェーン直接読出方式とテンポラリ方式の差は 0.008 秒であるが、このまま比例して増えていくと 1 年間では約 2 秒の差となり、システムを使う上での 2 秒は人間にとって無視できない時間に感じられると考えられる。また、診療記録は 5 年間の保存が義務付けられているため、さらに多くの件数を書き込むことが想定される [1]。実際には全てを画面表示するわけではないが、診療記録は文字データだけでなく画像データなどの容量が大きいデータも扱うため、表示にかかる時間の更なる短縮や、データの肥大化を解決することが必要であると考えられる。

6. 結論

本報告では、書き込まれた内容を表示する際に、memory_temp.txt のみで表示するテンポラリ方式と memory_chain.txt から復元して表示するチェーン直接読出方式で、システムへの記録と表示にかかった時間を計測し、どちらの方式がより優れているかを示すことを目標とした。それぞれの方式で時間を計測した結果、システムへの記録にかかる時間はチェーン直接読出方式が早かったが、表示にかかった時間は memory_temp.txt のみで表示するテンポラリ方式が早かった。また、書き込み回数が増えるほどチェーン直接読出方式との差が大きくなったため、1 年間以上の診療データを扱う際の全体的な処理時間は、テンポラリ方式を用いることで短縮できることが明らかになった。

今後は、データが肥大化してしまう問題を解決することでより処理時間を短縮させ、ブロックチェーン技術を用いた単一医療機関向け診療情報管理システムがブロックチェーンを用いない場合と比較して、時間や費用および三原則の観点による優位性を明示することを目指していく。

参考文献

1) 厚生労働省. 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン 第 5.1 版. 厚生労働省, 2021. [https://www.mhlw.go.jp/content/10808000/000730541.pdf (cited 2021-Aug-18)].
2) 加嵜長門, 篠原航. ハッシュチェーンからブロックチェーン. ブロックチェーンアプリケーション開発の教科書. マイナビ出版, 2018:27-30.
3) 百崎仁祐, 高橋遼, 五味悠一郎. ブロックチェーン技術を用いた単一医療機関向け診療記録システムの検討. 日本医療情報学会, 2018. [https://confit.atlas.jp/guide/event-img/jcmi2018f/3-K-2-4/public/pdf_archive?type=in (cited 2021-Aug-18)].
4) 関口諄, 五味悠一郎. ブロックチェーンを用いた単一医療機関向け診療記録システムに実装したデータ同期機能の検証. 日本医療情報学会, 2019. [https://confit.atlas.jp/guide/event-img/jcmi2019/4-P2-2-06/public/pdf_archive?type=in (cited 2021-Aug-18)]
5) KeyToKey 開発ブログ. Keto. [https://keytokey-dev.net (cited 2021-Aug-30)].
6) 松原謙二, 阿曽沼元博. 電子カルテシステム普及のための施策について(報告). 標準的電子カルテ推進委員会, 2005. [https://www.mhlw.go.jp/shingi/2005/03/s0303-8a.html (cited 2021-Aug-29)].
7) 西村千秋. 医療の情報化と電子カルテシステム. 横幹連合コンファレンス, 2009. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/oukan/2009/0/2009_0_122/_pdf] (cited 2021-Aug-29).