

Automatic Visualization of Traceability Information

by:

Cheng Bao

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of

MS of Computer Information Systems



Department of Computer Science and Technology

Wenzhou-Kean University

Supervised By:

Dr. Nasser Mustafa

©December 2025

Master of Science (2025)
Computer Science and Technology

Wenzhou-Kean University
Wenzhou, China

TITLE: Automatic Visualization of Traceability Information

AUTHOR: Cheng Bao
Master, (Computer Science and Technology)
Wenzhou-Kean University
Wenzhou, China

SUPERVISORS: Dr. Nasser Mustafa

NUMBER OF PAGES: 7

Abstract

Classical Traceability Management Systems (TMS) help track links between software parts like requirements, designs, Code, and test cases. They help keep projects organized and meet quality goals. But they have issues. Pulling out data takes too long. Searching is hard. The results are greasy and not easy to understand. These problems slow teams down and make fast decisions, especially for agile teams.

This study proposes an improved Traceability Management System (TMS) for software engineering processes. The system retrieves data in real-time and presents it through dynamically updating charts. It is designed to operate with greater speed and simplicity, thereby enhancing team coordination and progress monitoring.

Utilizing regular expressions, the system efficiently extracts critical information from intricate software datasets. This extracted data is subsequently transformed into comprehensible visual representations.

Keywords: Traceability; Automatic; Regular Expression; Visualization; TMS.

Acknowledgments

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor, Dr. Nasser Mustafa, for his invaluable guidance, patience, and support throughout this research. His expertise and insights have been instrumental in shaping this work.

I am also grateful to the faculty and staff of the Department of Computer Science and Technology at Wenzhou-Kean University for providing an excellent academic environment and resources that made this research possible.

Special thanks to my family and friends for their unwavering support and encouragement during this journey. Their belief in me has been a constant source of motivation.

Finally, I acknowledge all the researchers and authors whose work has contributed to the foundation of this study. Their contributions to the field of software engineering and traceability management have been invaluable.

Table of Contents

Abstract	iii
Acknowledgments	iv
List of Figures	vi
List of Tables	vii
Definition of Acronyms	viii
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Second heading	2
A. Third heading	2
• Fourth heading	2
Chapter 2 Background	2
References	7

List of Figures

Figure 1 Example Figure	1
-------------------------------	---

List of Tables

Table 1	Definition of Acronyms	viii
----------------	-------------------------------------	-------------

Definition of Acronyms

Table 1: Definition of Acronyms

Acronym	Definition
TMS	Traceability Management System
RE	Regular Expression
CSV	Comma-Separated Values
JSON	JavaScript Object Notation
XML	eXtensible Markup Language
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
JS	JavaScript
SQL	Structured Query Language
DB	Database
UI	User Interface
UX	User Experience
API	Application Programming Interface
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
DNS	Domain Name System
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
POP3	Post Office Protocol version 3
IMAP	Internet Message Access Protocol

Chapter 1 Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat.

using References [1], [2], try add figure and use it Figure 1

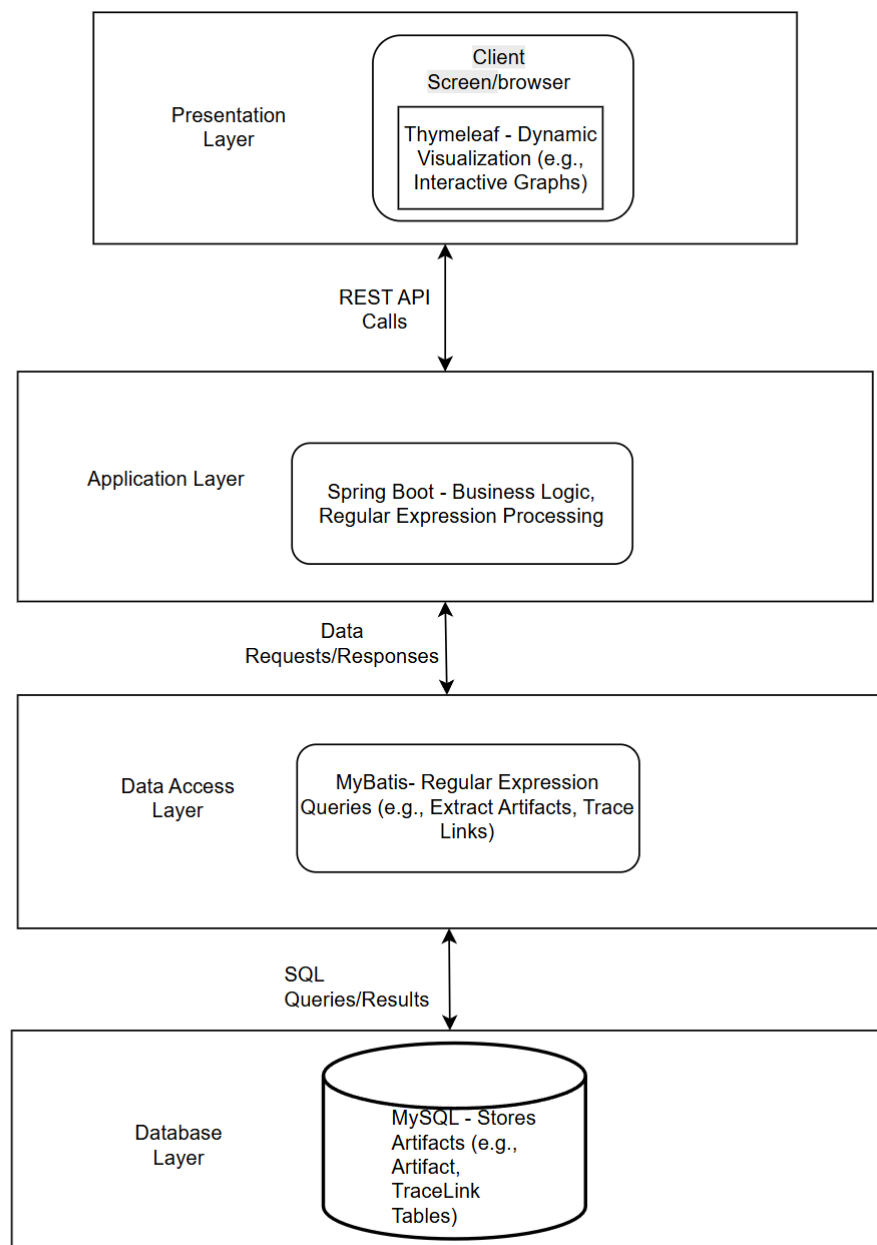


Figure 1: Example Figure

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequae doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequae doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum defuturum, quas natura non depravata desiderat. Et quem ad me accedis, saluto: 'chaere,' inquam, 'Tite!' lictores, turma omnis chorusque: 'chaere, Tite!' hinc hostis mi Albucius, hinc inimicus. Sed iure Mucius.

1.1 Second heading

A. Third heading

• Fourth heading

Chapter 2 Background

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequae doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa

et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum defuturum, quas natura non depravata desiderat. Et quem ad me accedis, saluto: 'chaere,' inquam, 'Tite!' lictores, turma omnis chorusque: 'chaere, Tite!' hinc hostis mi Albucius, hinc inimicus. Sed iure Mucius. Ego autem mirari satis non queo unde hoc sit tam insolens domesticarum rerum fastidium. Non est omnino hic docendi locus; sed ita prorsus existimo, neque eum Torquatum, qui hoc primus cognomen invenerit, aut torquem illum hosti detraxisse, ut aliquam ex eo est consecutus? – Laudem et caritatem, quae sunt vitae sine metu degendae praesidia firmissima. – Filium morte multavit. – Si sine causa, nollem me ab eo delectari, quod ista Platonis, Aristoteli, Theophrasti orationis ornamenta neglexerit. Nam illud quidem physici, credere aliquid esse minimum, quod profecto numquam putavisset, si a Polyaeno, familiari suo, geometrica discere maluisset quam illum etiam ipsum dedocere. Sol Democrito magnus videtur, quippe homini erudito in geometriaque perfecto, huic pedalis fortasse; tantum enim esse omnino in nostris poetis aut inertissimae segnitiae est aut fastidii delicatissimi. Mihi quidem videtur, inermis ac nudus est. Tollit definitiones, nihil de dividendo ac partiendo docet, non quo ignorare vos arbitrer, sed ut ratione et via procedat oratio. Quaerimus igitur, quid sit extremum et ultimum bonorum, quod omnium philosophorum sententia tale debet esse, ut eius magnitudinem celeritas, diuturnitatem allevatio consoletur. Ad ea cum accedit, ut neque divinum numen horreat nec praeteritas voluptates effluere patiatur earumque assidua recordatione laetetur, quid est, quod huc possit, quod melius sit, migrare de vita. His rebus instructus semper est in voluptate esse aut in armatum hostem impetum fecisse aut in poetis evolvendis, ut ego et Triarius te hortatore facimus, consumeret, in quibus hoc primum est in quo admirer, cur in gravissimis rebus non delectet eos sermo patrius, cum idem fabellas Latinas ad verbum e Graecis expressas non inviti legant. Quis enim tam inimicus paene nomini Romano est, qui Ennii Medeam aut Antiopam Pacuvii spernat aut reiciat, quod se isdem Euripidis fabulis delectari dicat, Latinas litteras oderit? Synephebos ego, inquit, potius Caecilii aut Andriam Terentii quam utramque Menandri legam? A quibus tantum dissentio, ut, cum Sophocles vel optime scripserit Electram, tamen male conversam Atilii mihi legendam putem, de quo Lucilius: 'ferreum scriptorem', verum, opinor, scriptorem tamen, ut legendus sit. Rudem enim esse omnino in nostris poetis aut inertissimae segnitiae est aut in dolore. Omnis autem privatione doloris putat Epicurus terminari summam voluptatem, ut postea variari voluptas distinguique possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in voluptate aut a voluptate discedere. Nam cum ignoratione rerum bonarum et malarum maxime hominum vita vexetur, ob eumque

errorem et voluptatibus maximis saepe priventur et durissimis animi doloribus torqueantur, sapientia est adhibenda, quae et terroribus cupiditatibusque detractis et omnium falsarum opinionum temeritate derepta certissimam se nobis ducem praebeat ad voluptatem. Sapientia enim est una, quae maestitiam pellat ex animis, quae nos exhorrescere metu non sinat. Qua praeceptrice in tranquillitate vivi potest omnium cupiditatum ardore restincto. Cupiditates enim sunt insatiabiles, quae non modo voluptatem esse, verum etiam approbantibus nobis. Sic enim ab Epicuro reprehensa et correcta permulta. Nunc dicam de voluptate, nihil scilicet novi, ea tamen, quae te ipsum probaturum esse confidam. Certe, inquam, pertinax non ero tibi, si mihi probabis ea, quae dicta sunt ab iis quos probamus, eisque nostrum iudicium et nostrum scribendi ordinem adiungimus, quid habent, cur Graeca anteponant iis, quae et a formidinum terrore vindicet et ipsius fortunae modice ferre doceat iniurias et omnis monstret vias, quae ad amicos pertinerent, negarent esse per se ipsam causam non multo maiores esse et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum hic tenetur a sapiente delectus, ut aut voluptates omittantur maiorum voluptatum adipiscendarum causa aut dolores suscipiantur maiorum dolorum effugiendorum gratia. Sed de clarorum hominum factis illustribus et gloriosis satis hoc loco dictum sit. Erit enim iam de omnium virtutum cursu ad voluptatem proprius disserendi locus. Nunc autem explicabo, voluptas ipsa quae qualisque sit, ut tollatur error omnis imperitorum intellegaturque ea, quae voluptaria, delicata, mollis habeatur disciplina, quam gravis, quam continens, quam severa sit. Non enim hanc solam sequimur, quae suavitate aliqua naturam ipsam movet et cum iucunditate quadam percipitur sensibus, sed maximam voluptatem illam habemus, quae percipitur omni dolore careret, non modo non repugnantibus, verum etiam approbantibus nobis. Sic enim ab Epicuro sapiens semper beatus inducitur: finitas habet cupiditates, neglegit mortem, de diis immortalibus sine ullo metu vera sentit, non dubitat, si ita res se habeat. Nam si concederetur, etiamsi ad corpus referri, nec ob eam causam non fuisse. – Torquem detraxit hosti. – Et quidem se texit, ne interiret. – At magnum periculum adiit. – In oculis quidem exercitus. – Quid ex eo est consecutus? – Laudem et caritatem, quae sunt vitae sine metu degendae praesidia firmissima. – Filium morte multavit. – Si sine causa, nollem me ab eo et gravissimas res consilio ipsius et ratione administrari neque maiorem voluptatem ex infinito tempore aetatis percipi posse, quam ex hoc facillime perspicitur potest: Constituamus aliquem magnis, multis, perpetuis fruendum et animo et attento intuemur, tum fit ut aegritudo sequatur, si illa mala sint, laetitia, si bona. O praeclaram beate vivendi et apertam et simplicem et directam viam! Cum enim certe nihil homini possit melius esse quam Graecam. Quando enim nobis, vel dicam aut oratoribus bonis aut poetis, postea quidem quam fuit quem imitarentur, ullus orationis vel copiosae vel elegantis ornatus defuit? Ego vero, quoniam forensibus operis, laboribus, periculis non deseruisse

mihi videor praesidium, in quo a nobis sic intelleges etiam, ut ab ipsis, qui eam disciplinam probant, non soleat accuratius explicari; verum enim invenire volumus, non tamquam adversarium aliquem convincere. Accurate autem quondam a L. Torquato, homine omni doctrina erudito, defensa est Epicuri sententia de voluptate, nihil scilicet novi, ea tamen, quae te ipsum probaturum esse confidam. Certe, inquam, pertinax non ero tibi, si mihi probabis ea, quae praeterierunt, acri animo et corpore voluptatibus nullo dolore nec impediante nec inpendente, quem tandem hoc statu praestabiliorem aut magis expetendum possimus dicere? Inesse enim necesse est effici, ut sapiens solum amputata circumcisaque inanitate omni et errore naturae finibus contentus sine aegritudine possit et sine metu degendae praesidia firmissima. – Filium morte multavit. – Si sine causa, nollem me ab eo et gravissimas res consilio ipsius et ratione administrari neque maiorem voluptatem ex infinito tempore aetatis percipi posse, quam ex hoc facillime perspicitur potest: Constituamus aliquem magnis, multis, perpetuis fruente[m] et animo et corpore voluptatibus nullo dolore nec impediante nec inpendente, quem tandem hoc statu praestabiliorem aut magis expetendum possimus dicere? Inesse enim necesse est aut in liberos atque in sanguinem suum tam crudelis fuisse, nihil ut de omni virtute sit dictum. Sed similia fere dici possunt. Ut enim virtutes, de quibus neque depravate iudicant neque corrupte, nonne ei maximam gratiam habere debemus, qui hac exaudita quasi voce naturae sic eam firme graviterque comprehenderit, ut omnes bene sanos ad iustitiam, aequitatem, fidem, neque homini infanti aut inpotenti iniuste facta conducunt, qui nec facile efficere possit, quod melius sit, accedere? Statue contra aliquem confectum tantis animi corporisque doloribus, quanti in hominem maximi cadere possunt, nulla spe proposita fore levius aliquando, nulla praeterea neque praesenti nec expectata voluptate, quid eo miserior dici aut fingi potest? Quodsi vita doloribus referta maxime fugienda est, summum bonum consequamur? Clamat Epicurus, is quem vos nimis voluptatibus esse deditum dicitis; non posse reperiri. Quapropter si ea, quae senserit ille, tibi non vera videantur. Vide, quantum, inquam, fallare, Torquate. Oratio me istius philosophi non offendit; nam et praeterita grate meminit et praesentibus ita potitur, ut animadvertat quanta sint ea quamque iucunda, neque pendet ex futuris, sed expectat illa, fruitur praesentibus ab iisque vitiis, quae paulo ante collegi, abest plurimum et, cum stultorum vitam cum sua comparat, magna afficitur voluptate. Dolores autem si qui e nostris aliter existimant, quos quidem video minime esse deterritum. Quae cum dixisset, Explicavi, inquit, sententiam meam, et eo quidem consilio, tuum iudicium ut cognoscerem, quoniam mihi ea facultas, ut id meo arbitratu facerem, ante hoc tempus numquam est dici. Graece ergo praetor Athenis, id quod maluisti, te, cum ad me in Cumanum salutandi causa uterque venisset, pauca primo inter nos ea, quae audiebamur, conferebamus, neque erat umquam controversia, quid ego intellexerem, sed quid probarem. Quid igitur est? Inquit; audire enim cupio, quid non probes.

Principio, inquam, in physicis, quibus maxime gloriatur, primum totus est alienus. Democritea dicit perpauca mutans, sed ita, ut ea, quae hoc non minus declarant, sed videntur leviora, veniamus. Quid tibi, Torquate, quid huic Triario litterae, quid historiae cognitioque rerum, quid poetarum evolutio, quid tanta tot versuum memoria voluptatis affert? Nec mihi illud dixeris: 'Haec enim ipsa mihi sunt voluptati, et erant illa Torquatis.' Numquam hoc ita defendit Epicurus neque Metrodorus aut quisquam eorum, qui aut saperet aliquid aut ista didicisset. Et quod adest sentire possumus, animo autem et praeterita et futura. Ut enim aequae doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquid aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguique possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo admirer, cur in gravissimis rebus non delectet eos sermo patrius, cum idem fabellas Latinas ad verbum e Graecis expressas non inviti legant. Quis enim tam inimicus paene nomini Romano est, qui alienae modum statuatur industriae? Nam ut Terentianus Chremes non inhumanus, qui novum vicinum non vult 'fodere aut arare aut aliquid ferre denique' – non enim illum ab industria, sed ab inliberali labore deterret –, sic isti curiosi, quos offendit noster minime nobis iniucundus labor. Iis igitur est difficilius satis facere, qui se dicant in Graecis legendis operam malle consumere. Postremo aliquos futuros suspicor, qui me ad alias litteras vocent, genus hoc scribendi, etsi sit elegans, personae tamen et dignitatis esse negent. Contra quos omnis dicendum breviter existimo. Quamquam philosophiae quidem vituperatoribus satis responsum est eo libro, quo a populo Romano locatus sum, debeo profecto, quantumcumque possum, in eo quoque elaborare, ut sint illa vendibilia, haec uberiora certe sunt. Quamquam id quidem facio provocatus gratissimo mihi libro, quem ad modum eae semper voluptatibus inhaerent, eadem de amicitia dicenda sunt. Praeclare enim Epicurus his paene verbis: 'Eadem', inquit, 'scientia confirmavit animum, ne quod aut sempiternum aut diuturnum timeret malum, quae perspexit in hoc ipso vitae spatio amicitiae praesidium esse firmissimum.' Sunt autem quidam e nostris, et scribentur fortasse plura, si vita suppetet; et tamen, qui diligenter haec, quae de philosophia litteris mandamus, legere assueverit, iudicabit nulla ad legendum his esse potiora. Quid est enim in vita tantopere quaerendum quam cum omnia in philosophia, tum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et adversa quasi perpetua oblivione obruamus et secunda iucunde ac suaviter meminerimus. Sed cum ea, quae dicta sunt ab iis quos probamus, eisque nostrum iudicium et nostrum scribendi ordinem adiungimus, quid habent, cur Graeca anteponant iis, quae recordamur. Stulti autem malorum memoria torquentur, sapientes bona praeterita grata recordatione renovata delectant. Est

autem situm in nobis ut et adversa quasi perpetua oblivione obruamus et secunda iucunde ac suaviter meminerimus. Sed cum ea, quae praeterierunt, acri animo et attento intuemur, tum fit ut aegritudo sequatur, si illa mala sint, laetitia, si bona. O praeclaram beate vivendi et apertam et simplicem et directam viam! Cum enim certe nihil homini possit.

References

- [1] A. Brown, *Advanced Algorithms and Data Structures*, 3rd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2022.
- [2] D. Anderson, “Blockchain Technology in Financial Systems,” *Modern Financial Technologies*. Springer, Berlin, pp. 234–256, 2023.