

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

NGUYỄN TRUNG VIỆT

XÂY DỰNG KHUNG THỨC QUẢN LÝ
THỎA THUẬN CẤP ĐỘ DỊCH VỤ DỰA TRÊN
CÔNG NGHỆ CHUỖI KHỐI ĐỂ ÁP DỤNG CHO
GIÁM SÁT VÀ THỰC THI CÁC LUẬT ĐÈN BÙ
TRONG VIỆC CUNG CẤP DỊCH VỤ

Ngành: Khoa học máy tính

Mã số ngành: 62480101

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

TP. HỒ CHÍ MINH – NĂM 2024

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Người hướng dẫn: TS. LÊ LAM SƠN

Người hướng dẫn: TS. NGUYỄN AN KHƯƠNG

Phản biện độc lập:

Phản biện độc lập:

Phản biện:

Phản biện:

Phản biện:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án họp tại

.....

.....

vào lúc ... giờ, ngày ... tháng ... năm ...

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
- Thư viện Đại học Quốc gia Tp.HCM
- Thư viện Khoa học Tổng hợp TP.HCM

Chương 1 Tổng quan

1.1 Giới thiệu đề tài

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và sự tiến bộ công nghệ, việc liên tục cải tiến sản phẩm và dịch vụ trở nên thiết yếu đối với doanh nghiệp, đồng thời đáp ứng nhu cầu người dùng và tích hợp sản phẩm và dịch vụ. Các giải pháp này đang phát triển trong nhiều ngành, từ nông nghiệp chính xác đến quản lý chuỗi cung ứng và du lịch thông minh. Ví dụ, trong kinh doanh dịch vụ thuê xe, ứng dụng di động cho phép khách hàng tìm kiếm, so sánh giá và đặt thuê xe từ nhiều nhà cung cấp, tích hợp thanh toán trực tuyến và định vị GPS, đồng thời phản ánh xu hướng cải tiến và đổi mới sản phẩm để đáp ứng sự phát triển của công nghệ và yêu cầu toàn cầu.

Để đáp ứng yêu cầu thị trường, doanh nghiệp cần tạo ra giải pháp tích hợp và phát triển dịch vụ dựa trên nhu cầu của khách hàng. Ví dụ, trong thế giới của Internet vạn vật (IoT), dữ liệu thời gian thực có thể được sử dụng để phân tích và ra quyết định tốt hơn. Tuy nhiên, khi dịch vụ đa dạng, người dùng cần công cụ hiệu quả để tìm và đăng ký các dịch vụ. Hệ sinh thái dịch vụ có thể được coi là một nền tảng tương tự thương mại điện tử, nơi người dùng tìm kiếm và thêm dịch vụ vào giỏ hàng ảo dựa trên các từ khóa. Sự đa dạng về loại hình, chất lượng và giá cả của dịch vụ tạo ra nhiều sự lựa chọn, nhưng cũng đặt ra thách thức trong việc quyết định dịch vụ phù hợp với yêu cầu và kỳ vọng của họ trong môi trường dịch vụ phức tạp và biến động.

Việc phân biệt dịch vụ tương tự dựa trên chất lượng là cách hiệu quả để lựa chọn trong thị trường. Trong số ba yếu tố chất lượng, chi phí và giá trị, chất lượng thường quan trọng nhất cho khách hàng. Dịch vụ có thể được đánh giá qua hiệu quả hoặc tiện ích. Dịch vụ đáp ứng, khách hàng ký hợp đồng dịch vụ (hoặc hợp đồng) với thỏa thuận và cấp độ cụ thể, gọi là Thỏa thuận cấp độ dịch vụ (SLA). SLA giám sát và tăng độ tin cậy của nhà cung cấp khi tuân thủ. Tuy nhiên, đảm bảo giám sát chặt chẽ và đáng tin cậy là quan trọng, giúp khách hàng tin cậy và lựa chọn nhà cung cấp dựa trên đánh giá chất lượng.

Trong lĩnh vực dịch vụ, SLA tăng độ tin cậy khách hàng, đặc biệt trong dịch vụ điện toán đám mây và viễn thông. Nghiên cứu SLA tập trung vào mô tả, giám

sát, đàm phán và *thực thi* cam kết. Quá trình này yêu cầu công nghệ giám sát, đo lường, kiểm tra và xử lý vi phạm. Tuy nhiên, các công nghệ hiện còn hạn chế, không đáp ứng hệ sinh thái dịch vụ phức tạp và biến đổi. Thách thức bao gồm việc xác định chỉ số chất lượng, thiếu chuẩn giao thức thỏa thuận, cơ chế giải quyết xung đột, cũng như cơ sở hạ tầng tự động và liên tục.

Luận án tập trung vào xây dựng khái niệm và mô hình SLA trong môi trường cung cấp dịch vụ. Trong luận án, tác giả xây dựng luật đền bù và tỷ lệ tuân thủ luật đền bù để đánh giá chất lượng và đáp ứng nhu cầu khách hàng một cách khách quan. Thuật toán giám sát chỉ số đề xuất sẽ được đề xuất để đánh giá và xếp hạng dịch vụ. Nghiên cứu cũng đề xuất kiến trúc ứng dụng phân tán Web3 để thực thi luật đền bù và tính toán cung cấp dịch vụ. Công nghệ chuỗi khối được sử dụng để tăng tính minh bạch, phát hiện và tự động đền bù trong quá trình cung cấp dịch vụ.

1.2 Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu này đề xuất khung thức thực thi SLA dựa trên chuỗi khối, tạo sự minh bạch trong đánh giá và thực thi luật đền bù. Khung thức bao gồm ba bước: mô hình hóa SLA, giám sát thỏa thuận và thực thi luật đền bù. Mô hình toán học xác định chất lượng dịch vụ, chi phí và tuân thủ luật đền bù. Cơ chế ghi nhận trạng thái tuân thủ và minh bạch. Để đạt được mục tiêu tổng quát này, tác giả đã phân chia thành các mục tiêu cụ thể, bao gồm:

- **MT1:** Nghiên cứu mô hình toán học mô tả khái niệm và cấu trúc của SLA để có thể áp dụng trong việc giám sát và thực thi tự động.
- **MT2:** Đề xuất phương pháp mô tả các luật đền bù trong SLA bằng ngôn ngữ toán học để có thể giải thích rõ ràng, giám sát và đánh giá việc tuân thủ SLA một cách tự động bởi hệ thống máy tính.
- **MT3:** Xây dựng cơ chế ghi nhận thông tin các SLA và tích hợp công nghệ hiện đại, hướng tới tự động hóa việc áp dụng các điều khoản đền bù và đảm bảo tính minh bạch.

1.3 Câu hỏi nghiên cứu

Trong luận án này, tác giả đặt ra ba câu hỏi nghiên cứu là **CH1**, **CH2** và **CH3** và cũng đưa ra ba đề xuất để giải quyết ba vấn đề nhằm đóng góp thêm vào nghiên cứu của cộng đồng khoa học nói chung và khoa học dịch vụ nói riêng như sau.

- **CH1:** Làm thế nào để mô hình hóa toán học các thỏa thuận dịch vụ và xác định các luật đền bù để kích hoạt cơ chế thực thi và tính toán độ tin cậy chất lượng dịch vụ của nhà cung cấp một cách khách quan, không thiên vị trong quá trình cung cấp dịch vụ?
- **CH2:** Làm thế nào chúng ta có thể diễn đạt các luật đền bù được tích hợp trong các SLA linh hoạt là các luật dùng để quy định những gì nhà cung cấp và khách hàng của họ cần phải làm trong trường hợp có vi phạm trong giao dịch, bằng logic toán hoặc ngôn ngữ hình thức nào để làm cho máy tính thông dịch chúng một cách dễ dàng?
- **CH3:** Làm thế nào để vận hành một hệ thống sổ cái phân tán nhằm đảm bảo tuân thủ các cam kết dịch vụ được số hóa và các luật bồi thường đi kèm trong đó trong quá trình cung ứng dịch vụ?

1.4 Tầm quan trọng của luận án

Dịch vụ ngày nay đã trở thành không thể thiếu trong kinh tế và xã hội. Việc kiểm soát cung ứng dịch vụ mà ít can thiệp con người trở thành xu hướng. Khái niệm hợp đồng, trách nhiệm cung ứng và thỏa thuận cấp độ dịch vụ bắt nguồn từ xã hội.

Công nghệ chuỗi khối và Web3 giúp xác định và thực thi SLA minh bạch, không thiên vị. Đánh giá độ tin cậy nhà cung ứng và thỏa thuận chất lượng trở nên hiệu quả.

1.5 Phạm vi của luận án

Luận án tập trung vào việc áp dụng SLA và đề xuất cơ chế lưu trữ an toàn qua công nghệ chuỗi khối để xác thực uy tín nhà cung cấp dịch vụ. Tuy nhiên, để hạn chế phạm vi, tác giả giới hạn các phạm vi cụ thể như sau:

1. Luận án không tập trung về dịch vụ thanh toán. Mục tiêu chính là phân tích và mô hình hóa SLA, vì vậy, các dịch vụ thanh toán không nằm trong phạm vi nghiên cứu.
2. Nghiên cứu tập trung vào việc đề xuất, xây dựng và đánh giá một phương pháp mới để giám sát và tự động hóa SLA dựa trên công nghệ chuỗi khối. Tuy nhiên, việc triển khai và áp dụng thực tế với quy mô lớn yêu cầu sự tham gia của nhiều công ty và tổ chức lớn, cùng với việc thiết lập các chính sách hỗ trợ phù hợp. Do đó, trong phạm vi luận án, tác giả tập trung vào phân tích và đề xuất cơ chế lưu trữ an toàn và đáng tin cậy cho SLA, đồng thời trình bày một khung thức tra cứu dịch vụ sử dụng công nghệ chuỗi khối để đảm bảo tính toàn vẹn và tin cậy của SLA.
3. Luận án không nhằm tạo ra hay đề xuất một mô hình Web3 mới, mà hướng tới đóng góp cho việc hoàn thiện Web3 trong tương lai. Mục tiêu là áp dụng công nghệ chuỗi khối và kiến trúc Web3 vào việc định nghĩa và thực thi SLA, từ đó đảm bảo tính minh bạch và tin cậy trong việc áp dụng và thực thi SLA.
4. Luận án này giả định rằng nhà cung cấp là trung thực và không cố ý sử dụng các biện pháp kỹ thuật hoặc thao tác để thay đổi kết quả cung cấp dịch vụ. Ví dụ, một nhà cung cấp dịch vụ có thể chạy các đoạn chương trình đèn bù không nhưng vẫn xác nhận với chaincode là đã đèn bù thành công. Trong những trường hợp này, khách hàng có thể chấp nhận việc thương thảo bên ngoài hệ thống. Tuy nhiên, những tình huống này không phổ biến trong tất cả các ngành và chỉ xảy ra ở một số ngành và miền nghiệp vụ cụ thể. Trong giai đoạn chuyển đổi số ngày nay, các chương trình đèn bù cũng có thể tự động hóa để làm giảm thiểu khả năng gian lận.

Chương 2 Cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu liên quan

2.1 Cơ sở lý thuyết

Thỏa thuận cấp độ dịch vụ (SLA) là một loại hợp đồng quan trọng giữa người dùng dịch vụ và nhà cung cấp dịch vụ, được sử dụng để xác định rõ ràng cấp độ dịch vụ mà người dùng sẽ nhận được. SLA cung cấp thông tin chi tiết về chất lượng và phạm vi dịch vụ, đôi khi gọi là "hợp đồng cấp độ dịch vụ". Điều này giúp đảm bảo yêu cầu của người dùng và duy trì mức hài lòng cao.

Trong điện toán đám mây, SLA là tập hợp các yêu cầu về cấp độ dịch vụ do nhà cung cấp và người dùng thỏa thuận. Nhà cung cấp định nghĩa các cấp độ dịch vụ kết hợp khả năng của họ trên chất lượng, người dùng chọn một cấp độ. SLA có thể chia thành nhiều mức, mỗi mức giải quyết vấn đề cho nhóm khách hàng khác nhau. SLA thường bao gồm các điều khoản về thời gian phản hồi, tính sẵn có, độ tin cậy, bảo mật, giải quyết sự cố. SLA quy định trách nhiệm của nhà cung cấp khi không đáp ứng các chỉ tiêu đó.

2.2 Các nghiên cứu liên quan

Các hướng chủ yếu về SLA: mô tả SLA, giám sát tuân thủ SLA, đàm phán SLA, thực thi SLA tự động.

Việc áp dụng các công nghệ mới như chuỗi khối, định hướng web3... có thể cải thiện hiệu quả quản lý và cung cấp dịch vụ thông qua việc tự động hóa quy trình giám sát, đánh giá và bảo đảm tuân thủ SLA. Điều này giúp giảm chi phí vận hành, tăng tính minh bạch và an toàn cho cả người dùng và nhà cung cấp.

Chương 3 Khái niệm và mô hình hóa cho thỏa thuận cấp độ dịch vụ để đánh giá và kết hợp các dịch vụ

3.1 Sử dụng nửa vành để thể hiện các thỏa thuận cấp độ dịch vụ

Nửa vành (semiring) là một cấu trúc toán học có hai phép toán trên một tập hợp. Trong quá trình theo dõi chất lượng dịch vụ, việc sử dụng nửa vành là một lựa chọn phổ biến để mô hình hóa các tiêu chí quan trọng.

Định nghĩa 1 (Nửa vành). là một bộ như sau $\langle \mathcal{A}, \oplus, \otimes, \bar{0}, \bar{1} \rangle$ trong đó

- \mathcal{A} là tập hợp các phần tử và $\bar{0}$ (phần tử trung hòa), $\bar{1}$ (phần tử đơn vị) $\in \mathcal{A}$;
- \oplus được gọi là phép toán cộng. Đây là một phép toán giao hoán, kết hợp có $\bar{0}$ là phần tử trung hòa của nó (tức là $a \oplus \bar{0} = a = \bar{0} \oplus a, \forall a \in \mathcal{A}$);
- \otimes được gọi là phép toán nhân. Đây là một phép toán tương tự sao cho $\bar{1}$ là phần tử đơn vị của nó và $\bar{0}$ là phần tử hấp thụ của nó (tức là $a \otimes \bar{0} = \bar{0} = \bar{0} \otimes a, \forall a \in \mathcal{A}$). Hơn nữa, \otimes phân phối trên \oplus (tức là $\forall a, b, c \in \mathcal{A}$, chúng ta có $a \otimes (b \oplus c) = a \otimes b \oplus a \otimes c$).

Chúng ta hãy xem xét một tập $\mathcal{A} = \{\langle r, s, c \rangle \mid r \in R, s \in S, c \in C\}$ thể hiện SLA của một hệ sinh thái dịch vụ, trong đó R là tập hợp các tỷ lệ tuân thủ luật (rule-abiding rate), S là độ hài lòng (satisfaction) và C là chi phí (cost) tương ứng.

Trong nghiên cứu của luận án, tác giả sử dụng tập hợp \mathcal{A} để biểu diễn tập hợp SLA trong một miền nghiệp vụ nhất định. Tác giả xem xét $\mathcal{A} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ trong đó thứ tự của x_i thể hiện mức độ quan trọng của nó trong một SLA. Tác giả đưa ra ví dụ về ba thành phần SLA được xác định dưới đây, trong đó thành phần chỉ về các luật đền bù được coi là quan trọng nhất một cách dễ hiểu. Nghiên cứu thừa nhận rằng các khách hàng có thể có quan điểm khác nhau về tầm quan trọng của

các mục tiêu SLA này. Điều này có nghĩa là các thành phần SLA phải được sắp xếp theo thứ tự linh hoạt, thay vì được sắp xếp theo trình tự cố định, theo một thứ tự được coi là đại diện cho việc lấy khách hàng làm trung tâm¹ của SLA.

Tiếp theo, các khái niệm về “sự hài lòng”, “tỷ lệ tuân thủ luật” và “chi phí” sẽ được định nghĩa theo Định nghĩa 2, 3 và 4.

Định nghĩa 2 (Rule-abiding rate). Một dịch vụ dữ liệu được liên kết với một số luật đền bù nhất định và nó cần được tuân thủ trong thời gian thực thi. Rule-abiding rate (tỷ lệ tuân thủ luật – ký hiệu là r) của luật đền bù được xác định là tỷ lệ số lần luật được tuân thủ (không bị phản đối) so với tổng số lần cần phải thực hiện bồi thường theo luật. Chính thức, tác giả đề xuất

$$r = 1 - \text{breach rate}$$

Trong đó, *breach rate* được sử dụng để chỉ tỷ lệ hoặc số lượng các trường hợp vi phạm luật đền bù trong một khoảng thời gian nhất định (hoặc lần cung cấp dịch vụ). Tỷ lệ tuân thủ luật bồi đền bù của cả SLA, được định nghĩa là *giá trị tối thiểu của tỷ lệ tuân thủ luật của tất cả các luật đền bù có liên quan*.

Định nghĩa 3 (Satisfaction). Một cách không chính thức, satisfaction (sự hài lòng) của một dịch vụ được người dùng cuối cảm nhận là về độ tin cậy và sự đồng cảm của dịch vụ này. Đối với dịch vụ, sự hài lòng được định nghĩa chính thức là tỷ lệ số lần cung cấp dịch vụ thành công trên tổng số lần cung cấp dịch vụ.

Định nghĩa 4 (Cost). Đặt $C_0 = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ là tập giá trị ban đầu của chi phí phát sinh bởi các dịch vụ. Bằng bao đóng của C_0 , tác giả xem xét rằng tập nhỏ nhất chứa tất cả các tổng hữu hạn các phần tử trong C_0 :

$$C_0^+ = \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} (c_{i_1} + \dots + c_{i_k}) \mid c_{i_k} \in C_0 \right\} .$$

Như vậy, tập hợp chi phí được định nghĩa là $C = C_0^+ \cap [0, cost_{max}]$, trong đó $cost_{max}$ là chi phí cao nhất mà khách hàng có thể trả. Chi phí (ký hiệu là c) là khoản thanh toán cho dịch vụ, là một yếu tố của tập C .

¹Nghiên cứu này sẽ xem xét việc trình bày SLA phụ thuộc vào khách hàng này khi lập luận về việc tổng hợp và xếp hạng các dịch vụ trong các phần tiếp theo. Chuỗi mục tiêu SLA linh hoạt này sẽ được sử dụng như động lực cho thuật toán xếp hạng dịch vụ trong Tiểu mục 5.1.1.

3.2 Tổng hợp các dịch vụ được kết hợp theo SLA

Để đơn giản hóa quá trình tổng hợp, chúng ta giả định rằng tất cả các dịch vụ cơ bản đều có ba mục tiêu mà người dùng quan tâm theo thứ tự lần lượt là rule-abiding rates (tỷ lệ tuân thủ luật), satisfaction (sự hài lòng), cuối cùng là cost (chi phí). Ba mục tiêu này được biểu diễn thành một bộ ba $\mathcal{A} = \langle r, s, c \rangle$.

Bên cạnh đó, tác giả tiến hành tổng hợp các SLA của các dịch vụ được chọn tổng hợp, với giả định rằng chúng ta có tổng cộng n dịch vụ và mỗi dịch vụ thứ i có nhiều cấp độ và được biểu diễn bởi tập $\{\ell_{ij} | j = 1, \dots, m_i\}$. Ở đây, m_i đại diện cho số lượng cấp độ khác nhau của dịch vụ thứ i . Mỗi cấp độ này được ký hiệu bằng ℓ_{ij} , trong đó ℓ_{ij} biểu diễn cấp độ thứ j của dịch vụ i .

Đặt $\alpha_{\ell_{ij}}^i$ có j cấp độ của dịch vụ thứ i , trong đó $i \in [1, n]$; $j \in [1, m_i]$. Cấu trúc này trên thực tế là bộ ba $\langle r, s, c \rangle \in R \times S \times C$, trong đó R, S, C lần lượt là các tập rule-abiding rate, satisfaction và cost.

Định nghĩa 5. Để biểu diễn cấp độ dịch vụ của tập hợp dịch vụ, giả sử ta có n dịch vụ ta xem xét một nhóm gồm k dịch vụ, trong đó cấp độ dịch vụ tương ứng là $\{s_{oi} | i \in I \subset [n], |I| = k\}$. Tích Descartes các cấp độ dịch vụ từ các dịch vụ được tổng hợp được biểu diễn bằng một mảng hai chiều có kích thước $(\prod_{i \in I} m_i) \times k$, trong đó mỗi phần tử là một bộ ba $\langle r, s, c \rangle$. Đối với mỗi hàng sẽ bao gồm của cấp độ dịch vụ thứ k trong mảng này, ta sẽ xác định $\ell_i \in L_i$. Do đó ta có thể ghi là $\langle r_{\ell_i}^i, s_{\ell_i}^i, c_{\ell_i}^i \rangle$, $i \in I$ cho các cấp độ dịch vụ trong hàng này. Từ đó, tác giả xác định *cấp độ dịch vụ được tổng hợp* (ký hiệu là Ω) như sau

$$\Omega = \bigodot_{i \in I \subset [n]} \alpha_{\ell_i}^i = \langle \min_i r_{\ell_i}^i, \min_i s_{\ell_i}^i, \sum_{i \in I} c_{\ell_i}^i \rangle. \quad (3.1)$$

3.3 Xếp hạng các dịch vụ được tổng hợp theo thỏa thuận cấp độ dịch vụ

Định nghĩa 6. Để thực hiện xếp hạng, tác giả đặt mục tiêu tạo ra tập hợp tất cả các cấp độ dịch vụ, được ký hiệu là \mathcal{A} , là một tập thứ tự. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng lý thuyết thứ tự mà cụ thể là thứ tự toàn phần (total order) để thực hiện so sánh như sau: $\Omega_i \geq \Omega_j$ nếu $(r_{\Omega_i} > r_{\Omega_j})$ hoặc $(r_{\Omega_i} = r_{\Omega_j}) \wedge (s_{\Omega_i} > s_{\Omega_j})$

hoặc $(r_{\Omega_i} = r_{\Omega_j}) \wedge (s_{\Omega_i} = s_{\Omega_j}) \wedge (c_{\Omega_i} \leq c_{\Omega_j})$ trong đó r : tỷ lệ tuân thủ luật, s : sự hài lòng, c : chi phí. Mỗi quan hệ, “ \geq ” xác định một thứ tự toàn phần trên tập \mathcal{A} . Tác giả xác định phép toán \oplus như phép toán lấy giá trị lớn nhất.

Toán tử \otimes là phép nhân được áp dụng lên từng thành phần trong tập \mathcal{A} theo mỗi cách khác nhau. Cụ thể, toán tử \otimes áp dụng lên “tỷ lệ tuân thủ luật”, “sự hài lòng” bằng cách lấy giá trị nhỏ nhất. Trong khi đó, toán tử \otimes áp dụng lên “chi phí” bằng phép cộng thông thường. Cụ thể hơn, cho $a = \langle r_1, s_1, c_1 \rangle$ và $b = \langle r_2, s_2, c_2 \rangle$, ta định nghĩa $a \otimes b$ như sau:

$$a \otimes b := \langle \min \{r_1, r_2\}, \min \{s_1, s_2\}, c_1 + c_2 \rangle.$$

3.4 Nhận biết và thực thi luật đền bù trong thỏa thuận cấp độ dịch vụ

Nhà nghiên cứu Governatori đã trình bày một luật hợp đồng được biểu diễn dưới dạng $r : A_1, A_2 \dots A_n \vdash C$, trong đó mỗi A_i là tiền đề của luật và C là kết quả. Mỗi A_i và C đều có thể chứa các toán tử deontic. Trong lý thuyết này, một luật hợp đồng có dạng $r : A \vdash D$, trong đó r là nhãn của luật, A là một tập các tiền đề logic, và D là một điều khoản hợp đồng. Một điều khoản hợp đồng có thể biểu diễn các nghĩa vụ (O), quyền lợi (P), hoặc quyền từ chối (F) của các bên liên quan đến một sự kiện hoặc trạng thái. Ví dụ, $O_{seller}\alpha$ có nghĩa là người bán có nghĩa vụ phải làm cho α xảy ra, trong khi $P_{buyer}\beta$ có nghĩa là người mua có quyền lợi khi β xảy ra. Các điều khoản hợp đồng có thể được kết hợp bằng các phân phối logic như \wedge (và), \vee (hoặc), \rightarrow (nếu ... thì), \odot (nếu không). Kết nối \odot được sử dụng để biểu diễn một điều khoản bồi thường khi một nghĩa vụ bị vi phạm. Ví dụ, $O_{seller}\alpha \odot O_{seller}\beta$ có nghĩa là người bán có nghĩa vụ phải làm cho α xảy ra, nhưng nếu không làm được, người bán phải làm cho β xảy ra để bù đắp cho sự vi phạm.

Ngoài ra, tác giả giải thích thêm rằng, trong để tránh xung đột các ký hiệu toán học thì ký hiệu \otimes có thể được hiểu là “failing which” tương đương \odot trong deontic logic (tạm dịch là “không thực hiện được thì”), biểu thị mối quan hệ giữa hai phần bù. Ký hiệu \otimes ám chỉ rằng nếu khoản bồi thường đầu tiên không được thực hiện, thì khoản bồi thường thứ hai sẽ được thực hiện. Ví dụ, đối với một hợp đồng yêu cầu khách sạn đảm bảo rằng α được thực hiện, tác giả sử dụng biểu thức $O_{hotel}\alpha \otimes O_{hotel}\sigma$.

Ví dụ 1. Một ví dụ minh họa được đưa ra để trình bày luật đền bù trong dịch vụ lưu trú tại khách sạn Jade. Trong ví dụ này, một khách du lịch và gia đình của cô ấy đã đặt một phòng hạng sang tại khách sạn Jade cho kỳ nghỉ hè của họ. Theo luật đền bù, “khách sạn Jade cam kết cung cấp phòng có ban công nhìn ra biển. Tuy nhiên, nếu khách sạn không thể đáp ứng được yêu cầu này, họ sẽ cung cấp cho khách hàng một phòng thay thế có thiết kế nội thất sang trọng hoặc giường đôi cỡ lớn. Nếu không có tùy chọn bồi thường này, khách sạn Jade sẽ cung cấp cho hai thành viên người lớn trong gia đình khách du lịch quyền sử dụng miễn phí spa của khách sạn trong thời gian lưu trú của họ. Nếu cả hai khoản bồi thường trên không thể được sắp xếp, khách du lịch sẽ được hưởng chiết khấu 50% cho chi phí chỗ ở tại khách sạn Jade khi thanh toán”. Luật đền bù này được biểu diễn bằng Deontic logic như sau

$$r : \neg seaview \vdash O_{hotel}AltRoom \otimes O_{hotel}FreeSpa \otimes O_{hotel}DiscountWhenCheckout,$$

trong đó các thành phần được thể hiện theo first-order logic (logic bậc nhất) như sau:

$$seaview \equiv \exists ro \in Jade, t \in Tourist : booked(t, ro) \wedge BalconyWithSeaView(ro)$$

$$AltRoom \equiv \exists ar \in Jade, t \in Tourist : (LuxuryInterior(ar) \vee KingSizeDoubleBed(ar)) \wedge CheckIn(t, ar)$$

$$FreeSpa \equiv \exists spa \in Service, ar \in Jade, t \in Tourist : FreeAccess(ar, spa) \wedge CheckIn(t, ar)$$

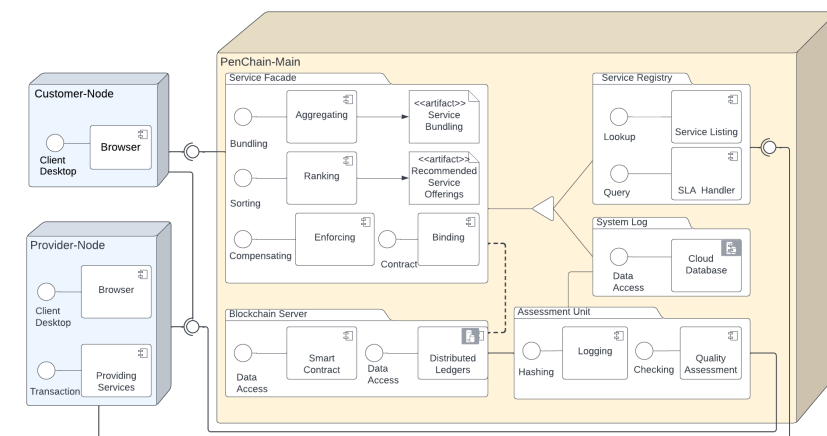
$$DiscountWhenCheckout \equiv \exists ro \in Jade, t \in Tourist, spa \in Service : booked(t, ro) \wedge CheckOut(t, ro) \wedge Discount50Percent(t, ro)$$

Tóm lại, chương này đã thiết lập cơ sở cho việc phát triển và thực hiện một nền tảng tổng hợp, tra cứu và thực thi dịch vụ, dựa trên các yếu tố như độ hài lòng, tỷ lệ tuân thủ luật và chi phí trong Chương 4. Chương tiếp theo, Chương 5, tác giả sẽ đề xuất các thuật toán để tự động thực thi các phần tử trong SLA, tất cả đều xuất phát từ các định nghĩa đã được trình bày trong chương này.

Chương 4 Nền tảng giám sát và thực thi luật đền bù dựa trên chuỗi khối cho tra cứu dịch vụ với thỏa thuận cấp độ dịch vụ

4.1 Kiến trúc tổng thể của nền tảng đề xuất

Như được minh họa trong Hình 4.1, trong nghiên cứu này, tác giả sẽ trình bày kiến trúc một nền tảng có tên PenChain, được hình thành từ việc kết hợp hai từ “Penalty” (đền bù) và “Chain” (chuỗi khối), nhằm phản ánh tính năng của nền tảng này, sử dụng chuỗi khối để thực hiện luật đền bù khi có vi phạm. Trong kiến trúc này đã xác định các thành phần cao nhất của PenChain cùng với các thành phần tương ứng ở phía nhà cung cấp và phía khách hàng. Mỗi nút trong nền tảng được biểu diễn bởi một đám mây hoặc một máy chủ và bao gồm Customer-Node, Provider-Node, và PenChain-Main.

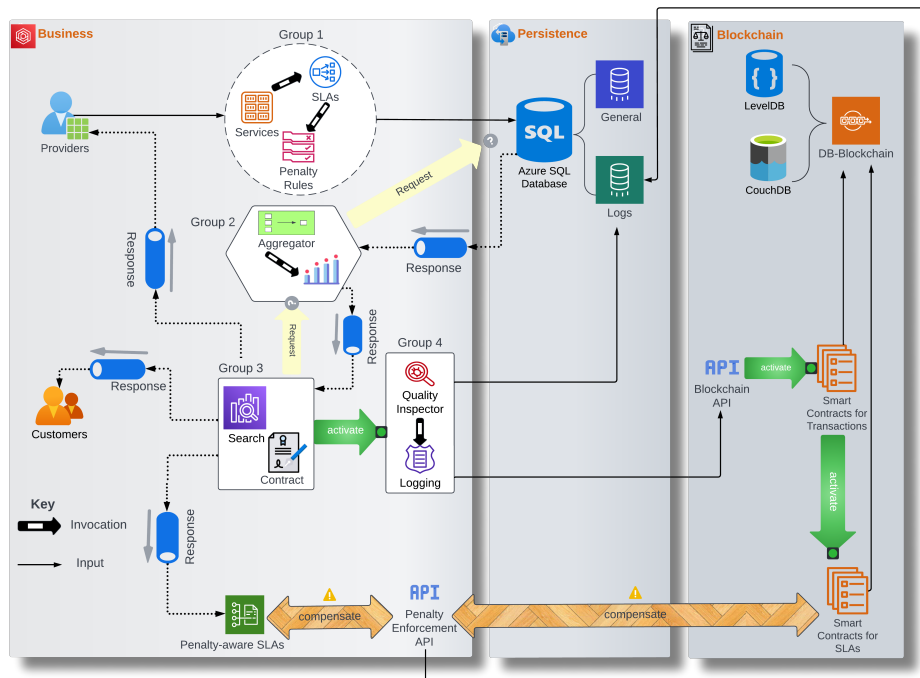


Hình 4.1: Các thành phần trong kiến trúc cấp cao của nền tảng (PenChain)

Trong PenChain, một nền tảng dựa trên công nghệ chuỗi khối, sự cân nhắc về luật bồi thường được tính đến khi cung cấp dịch vụ. Tác giả đã thiết kế một thành

phần quản lý nền tảng gọi là PenChain-Main để điều hành các hoạt động chính của nền tảng. PenChain-Main bao gồm bốn thành phần chính là: (i) System Log (nhật ký hệ thống); (ii) Service Registry (đăng ký dịch vụ); (iii) Service Façade (khối façade hỗ trợ tương tác các dịch vụ); (iv) Assessment Unit (đơn vị đánh giá).

4.2 Kiến trúc chi tiết nền tảng



Hình 4.2: API và hợp đồng thông minh được sử dụng để theo dõi các giao dịch dịch vụ và thực thi SLA nhận biết hình phạt.

Hình 4.2 trình bày hoạt động bên trong của PenChain-Main, đại diện cho một nút trong đó các thành phần của PenChain được triển khai, trừ hệ thống từ phía nhà cung cấp và phía khách hàng (xem Hình 4.1). Tác giả sử dụng kiểu kiến trúc phân tầng để mô tả cách các thành phần có thể được phát triển và triển khai đồng thời với các hợp đồng thông minh, nhằm cập nhật xếp hạng đáng tin cậy của các nhà cung cấp dịch vụ và thực thi các luật đền bù trong PenChain. Ba tầng được đặt lần lượt từ trái qua phải, bao gồm Tầng Nghiệp vụ (Business Layer), Tầng Lưu trữ (Persistence Layer) và Tầng Chuỗi Khối (Blockchain Layer),

được tổ chức để phân chia các vai trò, cấu trúc và nhiệm vụ của từng tầng:

- Tầng Nghiệp vụ (Business Layer) đóng vai trò trung tâm của PenChain-Main và là nơi triển khai các quy trình kinh doanh và luật đền bù. Nó chứa các thành phần quản lý dịch vụ, xử lý yêu cầu của khách hàng, đánh giá chất lượng dịch vụ và quản lý quyền truy cập.
- Tầng Lưu trữ (Persistence Layer) là tầng lưu trữ dữ liệu, nơi lưu trữ thông tin về người dùng, dịch vụ, lịch sử giao dịch và các bằng chứng liên quan đến đền bù. Nó đảm bảo tính nhất quán và khả năng phục hồi dữ liệu trong nền tảng.
- Tầng Chuỗi Khối (Blockchain Layer) là tầng giao tiếp với chuỗi khối, nơi các giao dịch và bằng chứng được ghi lại và xác nhận. Nó bao gồm các thành phần giao tiếp với nút chuỗi khối, cung cấp khả năng ghi và đọc dữ liệu từ chuỗi khối, đồng bộ hóa các giao dịch và quản lý quyền truy cập vào hợp đồng thông minh.

Mỗi tầng trong kiến trúc này có vai trò quan trọng trong việc xác định và triển khai các thành phần của PenChain-Main, đảm bảo tính nhất quán và hiệu quả của nền tảng. Sự phân chia rõ ràng giữa các tầng giúp tăng tính mô-đun, giảm độ phức tạp và tăng khả năng mở rộng của PenChain.

Chương 5 Thuật toán tối ưu để so sánh, sắp xếp, đánh giá và thực hiện các thỏa thuận dịch vụ có tích hợp luật đền bù

5.1 Các thuật toán

5.1.1 Thuật toán xếp hạng các dịch vụ phù hợp với yêu cầu người dùng dựa trên các cấp độ dịch vụ

Các thuật toán được đề xuất được trình bày chi tiết trên các mô hình toán học được trình bày trong Chương 3. Ý tưởng chính của nghiên cứu là tạo ra một “hàm so sánh” (Thuật toán 2) và đưa nó vào một “hàm sắp xếp” (Thuật toán 1). Việc này giúp tối ưu quá trình sắp xếp và đảm bảo kết quả tìm kiếm phù hợp với nhu cầu của khách hàng.

Algorithm 1: Sắp xếp kết quả tìm kiếm theo SLA và tính đến lựa chọn của khách hàng.

Data: L_{serv} : a search result that needs to be sorted;

```
1 Begin
2   if the service customer has not interacted with PenChain yet then
3     |  $L_{objective} \leftarrow$  the PenChain’s default list of SLA objectives;
4   else
5     |  $L_{objective} \leftarrow$  customized list of SLA objectives;
6     | Sort  $L_{objective}$  in a descending order by the number of views received for each objective;
7   end
8   foreach  $serv \in L_{serv}$  do
9     | if  $serv$  is a service aggregation that comes with the SLA then
10    | | Compute the SLA of  $serv$  in accordance with (3.1) in Definition 5;
11    | end
12  end
13  sort  $L_{serv}$  using the comparator function defined in Algorithm 2 and  $L_{objective}$ ;
14 End
```

5.1.2 Thuật toán so sánh các dịch vụ

Thuật toán 2 được thiết kế để so sánh hai dịch vụ sla_1 và sla_2 trong kết quả tìm kiếm và quyết định xem sla_1 nên được đặt ở trên hay dưới sla_2 . Danh sách các mục tiêu SLA được đại diện bởi $L_{objective}$ và được truyền từ Thuật toán 1 để xác định tiêu chí ưu tiên của các mục tiêu, ví dụ như tiêu chí hàng đầu, tiêu chí quan trọng thứ hai,...

Algorithm 2: So sánh cặp các gói dịch vụ dựa trên các SLA của chúng.

Input:
 sla_1, sla_2 : A pair of SLAs to be compared;
 $L_{objective}$: a list of objectives sorted in descending order by the customer's view count;
Output: +1 if sla_1 is better than sla_2 , 0 if equal, -1 if worse;

```

1 Begin
2   foreach  $f_{obj} \in L_{objective}$  do
3     if MAX is the optimization function for  $f_{obj}$  then
4       if  $sla_1[f_{obj}]$  is greater than  $sla_2[f_{obj}]$  then
5         | return 1;
6       else
7         if  $sla_1[f_{obj}]$  is less than  $sla_2[f_{obj}]$  then
8         | return -1;
9         else
10        | continue;
11        end
12      end
13    else
14      if  $sla_1[f_{obj}]$  is less than  $sla_2[f_{obj}]$  then
15      | return 1;
16      else
17      if  $sla_1[f_{obj}]$  is greater than  $sla_2[f_{obj}]$  then
18      | return -1;
19      else
20      | continue;
21      end
22    end
23  end
24 end
25 return 0;

```

5.1.3 Thuật toán tính toán độ hài lòng và tỷ lệ tuân thủ luật đền bù của dịch vụ

Thuật toán 3 được sử dụng để điều chỉnh mức độ hài lòng dựa trên phản hồi đánh giá từ PenChain, với mỗi thỏa thuận cụ thể của SLA được xem xét.

Algorithm 3: Xác định mức độ thành công của dịch vụ và kích hoạt các luật đền bù bằng hợp đồng thông minh.

```

Input: eva: evaluation; slaID: SLA's identification;
1 begin
2   csla ← choose the SLA corresponding to slaID;
3   csla.LSA ← all agreements of csla;
4   foreach sa ∈ csla.LSA do
5     if sa.id = eva.id then
6       if ¬eva.satis then
7         sa.fs++;
8         rate = (sa.tf - sa.fs) / sa.tf ;
9         if rate < sa.agreement_rate then
10          http.Post([url-API], jsonContent)           // ;
11          sa.tr++;
12        end
13      end
14    end
15 end

```

Khi thực hiện luật đền bù hợp đồng sẽ thay đổi là giảm giá trị phí của hợp đồng hoặc tăng thời lượng sử dụng. Nếu thay đổi này không được thực hiện hệ thống sẽ tiến hành đánh giá tỷ lệ đền bù như trong Thuật toán 4.

Algorithm 4: Tính toán tỷ lệ tuân thủ luật đền bù của dịch vụ

```

Input: eva: evaluation; slaID: SLA's identification;
1 begin
2   csla ← choose the SLA corresponding to slaID;
3   csla.LSA ← all agreements of csla;
4   foreach sa ∈ csla.LSA do
5     if sa.id = eva.id then
6       if ¬eva.penalty_rule then
7         sa.fr++;
8         rate = (sa.tr - sa.fr) / sa.tr ;
9         if csla.r > rate then
10          csla.r = rate;
11        end
12      end
13    end
14  end
15 end

```

Chương 6 Đánh giá và xem xét nền tảng đề xuất

6.1 Nền tảng chuỗi khối dữ liệu nông nghiệp IoT

6.1.1 Nền tảng kinh doanh tổng hợp cho các dịch vụ dữ liệu IoT trong PenChain.

Trong Bảng 6.1, danh sách các dịch vụ dữ liệu trong PenChain được trình bày. Mỗi dịch vụ được đánh số như so_1, so_2, \dots và có tên ngắn gọn. Nhà cung cấp dịch vụ được mã hóa ẩn danh: $P_{cloud}^1, P_{in-house}^2, P_{in-house}^3$ và P_{cloud}^4 . Thỏa thuận cấp độ dịch vụ trong hợp đồng giữa nhà cung cấp và người dùng được mô tả, với tối đa ba cấp độ cho mỗi thỏa thuận để đơn giản hóa. Các cấp độ cơ bản, trung cấp và nâng cao tăng dần về chi phí hàng tháng và tần suất dữ liệu. Địa lý thể hiện qua các vị trí như P_{cloud}^1 đặt tại Giang Thành, $P_{in-house}^2$ tại Kiên Lương, $P_{in-house}^3$ tại Hòn Đất, và P_{cloud}^4 tại Hà Tiên, đều thuộc tỉnh Kiên Giang, Việt Nam.

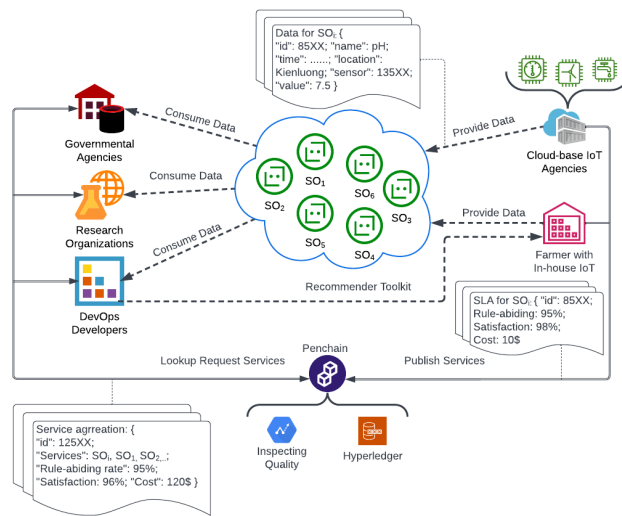
Bảng 6.1: Các dịch vụ dữ liệu IoT từ các nhà cung cấp của một công ty ở đồng bằng sông Mekong có tên là PenChain

Nhãn	Dịch vụ dữ liệu	Nhà cung cấp	Các cấp độ dịch vụ	Tần suất gửi (giây)	Chi phí
so_1	Nhiệt độ nước	P_{cloud}^1	Tầm trung	60	\$5
			Cao cấp	36	\$10
so_2	Độ ô nhiễm nguồn nước	P_{cloud}^1	Cơ bản	18	\$10
			Tầm trung	36	\$20
			Nâng cao	25	\$25
so_3	pH	$P_{in-house}^2$	Cơ bản	35	\$3
so_4	Độ kiềm	$P_{in-house}^3$	Cơ bản	43	\$10
so_5	Độ mặn	P_{cloud}^4	Tầm trung	40	\$20
			Cao cấp	25	\$30
so_6	pH	P_{cloud}^4	Tầm trung	20	\$10

Trong nghiên cứu khoa học, $P_{in-house}^2$ và $P_{in-house}^3$ là nông dân triển khai cảm biến IoT tại các điểm canh tác ở huyện nông thôn. Họ giám sát cây trồng và tối ưu hóa sản xuất. P_{cloud}^1 và P_{cloud}^4 cung cấp dữ liệu nhiệt độ nước và ô nhiễm nước

bằng điện toán đám mây trên diện tích canh tác lớn. Cả bốn nhà cung cấp đảm bảo quyền sử dụng và tập trung vào thu thập và phân phối dữ liệu.

PenChain cho phép người dùng cuối như nhà phát triển DevOps, tổ chức nghiên cứu và cơ quan chính phủ yêu cầu dịch vụ từ các nhà cung cấp. Họ tạo ứng dụng hướng dịch vụ bằng cách kết hợp các dịch vụ từ Bảng 6.1. Cơ quan chính phủ sử dụng gói dữ liệu so_4 và so_5 để tinh chỉnh khuyến nông. Phòng thí nghiệm quan tâm đến chỉ số pH ưu tiên so_6 hơn so_3 do giá trị thỏa thuận cao hơn.



Hình 6.1: Mô hình kinh doanh tổng hợp cho các dịch vụ trong PenChain.

Trong quá trình phát triển DevOps, những nhà phát triển viết một ứng dụng hướng dịch vụ để giám sát nước sẽ yêu cầu các dịch vụ dữ liệu bổ sung mà không có trong Bảng 6.1. Một cách để đáp ứng nhu cầu này là tổng hợp các dịch vụ dữ liệu liên quan đến chức năng (ví dụ: cả so_1 và so_2 đều cung cấp dữ liệu đọc trong nước) để cung cấp các gói dữ liệu tinh vi hơn của một địa điểm nuôi trồng. Nói về lập trình hướng dịch vụ, việc kết hợp so_1 và so_2 lại với nhau như một tập hợp dịch vụ sẽ hữu ích cho việc lập trình.

6.1.2 Khả năng mở rộng của PenChain trong nông nghiệp chính xác

Giả sử rằng PenChain bao gồm n nhà cung cấp dịch vụ, với mỗi nhà cung cấp cung cấp ít nhất m dịch vụ dữ liệu. Có thể có một số biến thể của dịch vụ cung

cấp khác nhau trên thỏa thuận mức dịch vụ (SLA). Để đáp ứng nhu cầu của khách hàng trong PenChain, k lần cung cấp dịch vụ được ràng buộc với khách hàng (và giá trị của k tăng khi có nhiều khách hàng đăng ký với PenChain). Tại các điểm cạnh tác mà tác giả thu thập được bộ dữ liệu thử nghiệm cho thấy tần suất trao đổi dữ liệu trong nông nghiệp chính xác không quá bốn lần mỗi ngày. Vì vậy, số lượng giao dịch dịch vụ mỗi ngày được tính là $G = n \times m \times k \times 4$, hoặc $n \times m \times k \div 360$ giao dịch mỗi phút. Bây giờ, luận án sẽ phân tích tải mà PenChain phải xử lý trong một vài tình huống điển hình.

- *Sự thống trị của nhà cung cấp.* Giả định rằng có tổng cộng 1000 nhà cung cấp đã đăng ký trên nền tảng để cung cấp dữ liệu nông nghiệp, và mỗi nhà cung cấp 09 dịch vụ dữ liệu. Nếu một dịch vụ cung cấp phải được ít nhất chín khách hàng yêu cầu, thì PenChain sẽ xử lý trung bình 225 giao dịch mỗi phút.
- *Sự thống trị của khách hàng.* Hệ thống này thu hút một số lượng lớn khách hàng, yêu cầu cung cấp dịch vụ dữ liệu từ một số lượng tương đối nhỏ các nhà cung cấp ($n = 100$). Mỗi nhà cung cấp cung cấp chín dịch vụ và mỗi dịch vụ được ràng buộc với 50 khách hàng. Trong trường hợp này, PenChain xử lý khoảng 125 giao dịch mỗi phút.
- *Cân bằng và giảm nhẹ.* Nghiên cứu xem xét một ví dụ với năm nhà cung cấp, mỗi nhà xuất bản cung cấp 15 dịch vụ dữ liệu và các dịch vụ này đều phải có ít nhất ba khách hàng. Trong trường hợp này, PenChain được thiết kế để duy trì tải nhẹ với chỉ một giao dịch được thực hiện mỗi phút.

6.2 Đánh giá dựa trên kịch bản: ngành công nghiệp sản xuất ô tô

Nền tảng đề xuất (PenChain) có thể giúp cải thiện hiệu quả, minh bạch và an toàn của mối quan hệ giữa nhà cung cấp bộ phận ô tô và nhà sản xuất. Bằng cách tận dụng các đặc điểm độc đáo của công nghệ chuỗi khối, các bên liên quan có thể làm việc với nhau một cách hiệu quả hơn để tạo ra các bộ phận ô tô chất lượng cao, tiết kiệm chi phí và đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng.

Giả sử Automobiles-X là một nhà sản xuất ô tô, nguồn cung cấp các bộ phận của họ từ nhiều nhà cung cấp khác nhau. Một trong những nhà cung cấp chính của họ, XYZ Parts, cung cấp các bộ phận động cơ quan trọng cho việc sản xuất

6.4 PenChain trong miền nghiệp vụ thuê xe

Kỹ thuật hướng dịch vụ trong doanh nghiệp liên quan đến đặc tính kỹ thuật và vận hành dịch vụ. SLA giữa doanh nghiệp và khách hàng cần được xác định khi đặc tả dịch vụ. Ví dụ, công ty cho thuê xe có thể đặt SLA về thời gian chờ tại quầy. Công nghệ thông minh đang giúp tự động hóa luật đền bù trong ngành cho thuê xe, từ việc theo dõi dịch vụ đến quản lý đội xe.

6.5 Đánh giá nền tảng đề xuất (PenChain) dựa trên lý thuyết

Theo đề xuất đánh giá lý thuyết của nhà nghiên cứu Lee ¹, tác giả luận án đã có được các đánh giá sơ bộ về nền tảng đề xuất của mình. Cụ thể hơn, trong luận án này đã sử dụng bảng đề xuất trong nghiên cứu của Lee như một tài liệu thứ cấp để xem xét cho nền tảng đề xuất (PenChain) của luận án này.

Dựa vào các tiêu chí trong nghiên cứu của Lee, luận án sẽ đánh giá về nền tảng chuỗi khối như sau:

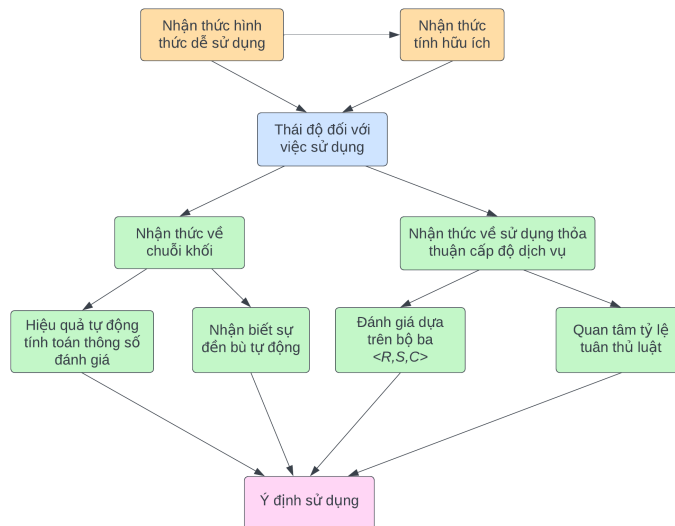
- “*Sự cần thiết – necessity of use*” và “*mức độ hợp tác – degree of cooperation*” được khảo sát chiếm phần lớn nhất. Điều này thể hiện tính cần thiết và lợi ích của việc áp dụng công nghệ này trong việc chia sẻ thông tin và tạo sự hợp tác giữa các bên.
- “*Sự cần thiết số cái phân tán – need for decentralization*”, kết quả khảo sát cũng thể hiện quan điểm chung của tác giả về việc sử dụng chuỗi khối để tăng tính minh bạch và thực thi tự động các luật đền bù. Nghiên cứu cũng nhấn mạnh rằng chuỗi khối có thể thúc đẩy đổi mới trong ứng dụng. Tính phi tập trung và khả năng ghi chép chính xác của nó cho phép miền ứng dụng trong luận án dễ dàng tiếp cận thị trường và thử nghiệm một cách an toàn hơn.
- “*Tác động kinh tế xã hội – socioeconomic impact*” và “*tạo ra thị trường mới – creation of new markets*” đã được khảo sát ở mức cao. Điều này cho thấy thị trường sản phẩm và dịch vụ liên quan đến chuỗi khối có tiềm năng tạo ra môi trường mới và có tác động tích cực trong lĩnh vực kinh tế và xã hội.

¹Bài báo khóa học: J. Lee, B. Kim, and A. R. Lee, “Priority evaluation factors for blockchain application services in public sectors,” Plos one, vol. 18, no. 3, p. e0279445, 202

Cách tiếp cận này, như một đánh giá tương đương, tăng tính thuyết phục của nền tảng khi áp dụng vào thực tế. Kết quả khảo sát các khía cạnh quan trọng cho thấy tiềm năng của việc sử dụng chuỗi khối trong việc tạo ra tác động tích cực đối với kinh tế và xã hội. Điều này cung cấp lý do thuyết phục để triển khai nền tảng đề xuất, tạo ra cơ hội mới và thúc đẩy phát triển bền vững trong lĩnh vực dịch vụ dựa trên chuỗi khối.

6.6 Đề xuất mô hình chấp nhận công nghệ (TAM) mở rộng

Dựa trên mô hình TAM cơ bản, tác giả đề xuất mô hình TAM mở rộng cho nền tảng được trình bày trong Hình 6.3.



Hình 6.3: Mô hình TAM mở rộng

Trong Hình 6.3 các yếu tố mới được trên khai thêm trong mô hình gồm: (i) Nhận thức về chuỗi khối; (ii) Hiệu quả tự động tính toán thông số đánh giá; (iii) Nhận biết sự đền bù tự động; (iv) Nhận thức về sử dụng thỏa thuận cấp độ dịch vụ; (v) Đánh giá dựa trên bộ ba $\langle R, S, C \rangle$; (vi) Quan tâm tỷ lệ tuân thủ luật.

Chính từ những yếu tố trong mô hình, các nhà phát triển có thể đặt các câu hỏi khảo sát để hiểu rõ hơn về đánh giá và chấp nhận của người dùng đối với nền tảng PenChain. Từ đó, họ có thể cải tiến và tối ưu hóa hệ thống để đáp ứng mục tiêu và nhu cầu của người dùng một cách tốt nhất.

Chương 7 Kết luận và hướng phát triển luận án

7.1 Kết luận

Cung cấp dịch vụ vẫn là lĩnh vực chính của hệ thống thông tin hiện đại, nhưng đối mặt với nhiều thách thức thực tế như niềm tin cao hơn vào chất lượng dịch vụ và giải quyết tranh chấp trong giao dịch. Nghiên cứu trong lĩnh vực này tìm kiếm kỹ thuật mới để đăng ký và tìm kiếm dịch vụ đáng tin cậy trong bối cảnh số lượng dịch vụ tăng. Với sự tiến bộ của công nghệ phân tán, nhà nghiên cứu quan tâm đến việc tạo niềm tin thông qua chuỗi khối cho việc cung cấp dịch vụ. Nghiên cứu về các hợp đồng dịch vụ linh hoạt tập trung vào luật đền bù, thỏa thuận dịch vụ có thể thay đổi theo thời gian và tình huống, bao gồm cả yếu tố con người như luật đền bù. Ba câu hỏi chính đã được đặt ra và giải quyết trong nghiên cứu: (i) *Phương pháp nào để số hóa các SLA có tính hình phạt một cách chính xác và khả thi để có thể thực thi một cách tự động và tính toán một danh tiếng khách quan không thiên vị cho các bên cung cấp dịch vụ?* (ii) *Loại logic hay ngôn ngữ nào thích hợp để biểu diễn các quy tắc hình phạt một cách rõ ràng và nhất quán?* (iii) *Cách thức nào để trang bị cho một số cái phân tán khả năng thực thi các quy tắc hình phạt liên quan trong quá trình giao dịch dịch vụ để nâng cao cấp độ tự động hóa và hiệu quả?*

Luận án này phát triển nền tảng tìm kiếm dịch vụ dựa trên thỏa thuận cấp độ dịch vụ và công nghệ chuỗi khối. Nền tảng tự động thực thi SLA, đánh giá sự tin cậy của nhà cung cấp và đề xuất sử dụng trong nhiều lĩnh vực như nông nghiệp, ô tô, du lịch và thuê xe. Luận án cũng nhấn mạnh tính quan trọng của việc đăng ký, tìm kiếm và kết nối dịch vụ cùng khả năng tùy chỉnh nền tảng cho từng lĩnh vực. Giải pháp cung cấp sự minh bạch và hiệu quả hơn trong thị trường dịch vụ trong môi trường Web3, cho phép cả tổ chức lẫn cá nhân tham gia như nhà cung cấp dịch vụ.

7.2 Hạn chế và hướng phát triển

Hiện tại, việc chuyển đổi từ luật đền bù sang hợp đồng thông minh đòi hỏi can thiệp thủ công của lập trình viên chuyên nghiệp và cần phải điều chỉnh lại khi có sự thay đổi trong luật đền bù. Tuy nhiên, nghiên cứu này đang hướng tới việc tự động chuyển đổi luật đền bù từ ngôn ngữ tự nhiên sang deontic thông qua các đoạn chương trình ngoài chaincode, giúp tạo ra hợp đồng thông minh một cách dễ dàng và hiệu quả. Nghiên cứu cũng đề xuất tích hợp PenChain vào Alphabill để xử lý việc thanh toán theo mô hình Web3. Mục tiêu của nghiên cứu là cung cấp giải pháp thực tế cho việc quản lý cam kết và thực thi luật đền bù dịch vụ trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Trong tương lai, nghiên cứu sẽ tiếp tục tập trung vào phân tích và nghiên cứu mô hình TAM dành riêng cho việc giám sát SLA và thực thi luật đền bù dựa trên chuỗi khối. Mục tiêu là nâng cao sự chấp nhận và đáp ứng của người dùng, từ đó tối ưu hóa hiệu quả triển khai và sử dụng nền tảng trong thực tế. Việc hiểu rõ hơn về các yếu tố trong mô hình cung cấp cơ sở để đề xuất cải tiến và điều chỉnh hợp lý, làm tăng tính hấp dẫn và tin cậy của nền tảng. Đồng thời, tập trung vào mô hình TAM cũng giúp xác định rào cản và thách thức mà người dùng có thể gặp phải, giúp tối ưu hóa nền tảng và giảm thiểu khó khăn cho người dùng. Bằng việc tiếp tục nghiên cứu và phát triển mô hình TAM cho việc giám sát SLA và thực thi luật đền bù dựa trên chuỗi khối, chúng ta có cơ hội tối ưu hóa hiệu quả và ứng dụng thực tế của công nghệ chuỗi khối trong việc quản lý và giám sát dịch vụ, đồng thời đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người dùng.

Danh mục công trình công bố

Tạp chí quốc tế

1. **Trung-Viet Nguyen**, Lam-Son Lê, Syed Attique Shah, Sufian Hameed and Dirk Draheim. 2023. “PenChain: A Blockchain-Based Platform for Penalty-Aware Service Provisioning”, IEEE Access. (**ISI – Xếp hạng Q1**).
2. Lam-Son Lê, và **Trung-Viet Nguyen**. 2020. “Digitizing Service Level Agreements in Service-Oriented Enterprise Architecture.” Springer Nature Computer Science 1, no. 5: 257. Springer. (**Scopus**).
3. Lam-Son Lê, **Trung-Viet Nguyen**, Thai-Minh Truong, và Khuong Nguyen-An. 2017. “Contractual Specifications of Business Services: Modeling, Formalization and ProximityProximity.” Trong Transactions on Large-Scale Data-and Knowledge-Centered Systems XXXI, 94–123. Vol. 31. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. (**Scopus**). Transactions on Large-Scale Data-and Knowledge-Centered Systems là một phần của “Lecture Notes in Computer Science” (LNCS), có thể kiểm tra tại <https://www.springer.com/series/8637> . Đồng thời, LNCS được liệt kê trong cơ sở dữ liệu SCOPUS, qua link <https://www.scopus.com/sourceid/25674>.

Kỷ yếu hội nghị quốc tế

1. Le, Dinh-Thuan, **Trung-Viet Nguyen**, Lam-Son Lê, and Tri A. Kurniawan. “Reinforcing Service Level Agreements in Tourism Sector: The Role of Blockchain and Mobile Computing” trong *Proceedings of 14th International Conference on Advanced Computing and Applications*, Quy Nhon (trực tuyến), Vietnam, pp. 160–164. IEEE, 2020.
2. **Trung-Viet Nguyen**, Lam-Son Lê, Bo Dao, and Khuong Nguyen-An. “Leveraging blockchain in monitoring SLA-oriented tourism service provisioning.” trong *Proceedings of 13th International Conference on Advanced Computing and Applications*, Nha Trang, Việt Nam, pp. 42–50. IEEE, 2019.
3. **Trung-Viet Nguyen**, Lam-Son Lê, Hong-Linh Truong, Khuong Nguyen-An, and Phuong Hoai Ha. “Handling service level agreements in IoT= Minding rules + log analytics?.” trong *Proceedings of 22nd International Enterprise Distributed Object Computing Conference*, IEEE Computer Society, Stockholm, Sweden, pp. 145–153. IEEE, 2018. (**Xếp hạng A2 -- nguồn QUALIS**).
4. Dinh-Thuan Le, Lam-Son Lê, Nam Thoai, and **Trung-Viet Nguyen**. “An old problem with a new therapy: Coupling topic modeling and mining sequential patterns in recommending source code.” trong *Proceedings of 12th International Conference on Advanced Computing and Applications*, HCM City, Việt Nam, pp. 117–124. IEEE, 2018.
5. **Trung-Viet Nguyen**, Lam-Son Lê, Khuong Nguyen-An, and Thai-Minh Truong. “Aligning service level agreements with service-oriented enterprise architecture.” trong *Proceedings of IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop*, Quebec, Canada, pp. 8–14. IEEE, 2017. (**Xếp hạng B3 — nguồn QUALIS**).
6. **Trung-Viet Nguyen**, Lam-Son Lê, and Khuong Nguyen-An. “Aggregating service level agreements in services bundling: a semiring-based approach.” trong *Proceedings of 3rd International Future Data and Security Engineering*, Can Tho, Vietnam, pp. 385–399. Springer LNCS, 2016. (tiền nghiên cứu sinh)

Đề tài nghiên cứu khoa học

1. “Cơ chế tra cứu linh hoạt dựa trên khai phá dữ liệu và công nghệ Blockchain cho các dịch vụ theo thỏa thuận cấp độ của chúng trong hệ thống sinh thái ứng dụng phục vụ thành phố thông minh”, mã số & cấp quản lý: 12/2018/HD-QKH-CN Sở Khoa học Công nghệ Tp.HCM, vai trò: thành viên, nghiên cứu sinh tham gia đề tài, ngày nghiệm thu: 28/12/2020, kết quả : Đạt.
2. “Thỏa thuận dịch vụ trong ngữ cảnh kết hợp gói dịch vụ: mô hình hóa khái niệm toán học & cơ chế lọc thuận dịch vụ”, mã số & cấp quản lý: C2018-20-09 Đại học Quốc gia loại C, vai trò: thành viên, nghiên cứu sinh tham gia đề tài, ngày nghiệm thu: 15/11/2019, kết quả: Tốt.
3. “Xử lý Thỏa thuận Cấp dịch vụ trong Internet Vạn vật: Kết hợp dịch vụ dữ liệu và đánh giá các quy tắc”, mã số & cấp quản lý: TNCS-KHMT-2017-08 Học viên cao học và nghiên cứu sinh, vai trò: chủ nhiệm đề tài, ngày nghiệm thu: 30/09/2019, kết quả: Tốt.