

本日の研究会内容

第5回D-Case研究会のご案内

日時：平成26年3月18日

場所：[国立情報学研究所](#) 12F会議室（1208）（注 神保町駅A8出口は工事中）
プログラム予定

- 1 13:30 - 13:55 D-Caseのこれから
松野裕（電通大）
- 2 13:55 - 14:20 D-CaseとSysMLによるISO26262準拠デザイン実験
豊田学（日本IBM）、屋代眞（DEOSセンター）
- 3 14:20 - 14:45 DEOS要求マネジメント
山本修一郎（名大）
- 4 14:45 - 15:10 Astah GSNについて
平鍋健児、岩永寿来（チェンジビジョン）
- 休憩
- 5 15:20 - 15:45 Mobile Payment System を対象としたD-Case記述演習
Mehnaz Seraj, Babatunde Ojetunde、
高井利憲（奈良先端大）
- 6 15:45 - 16:10 D-Case駆動ソフト開発(DCDD)、およびD-Case事例紹介
宇都宮浩之（デンソークリエイト）
- 7 16:10 - 16:35 D-Case in Agda
武山誠（神奈川大）
- 8 16:35 - 17:00 DEOSコンソーシアムの効果
所眞理雄（Sony CSL）

D-Caseのこれから

電気通信大学大学院
情報システム学研究所

松野裕

matsuno@is.uec.ac.jp

本発表の内容

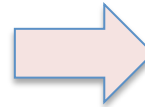
- 前半 DEOSシンポジウムの内容
 - D-Caseのこれまで
- 後半 D-Case言語仕様の話
 - D-Caseパターン、モジュールの設計と実装

D-Case導入の経緯

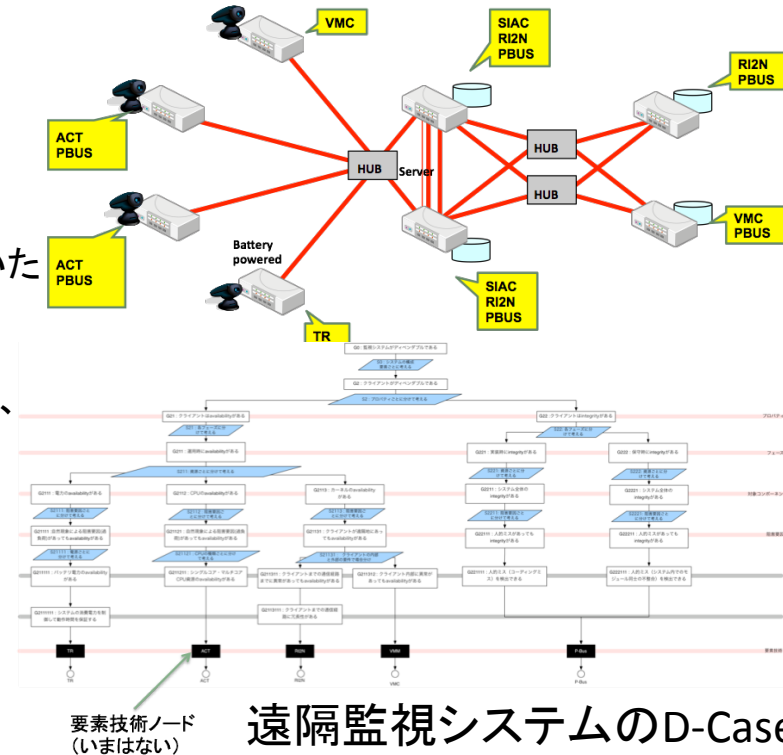
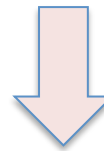


2009年9月DEOS中間成果報告会
各チームOS要素技術の
高度・専門化のため、参加者への
遠隔監視システムの
ディペンダビリティの説明が困難
だった

企業内、企業間で共通してディペンダビリティ
を合意するための形式としてD-Caseに期待
する(公開討論参加企業から)



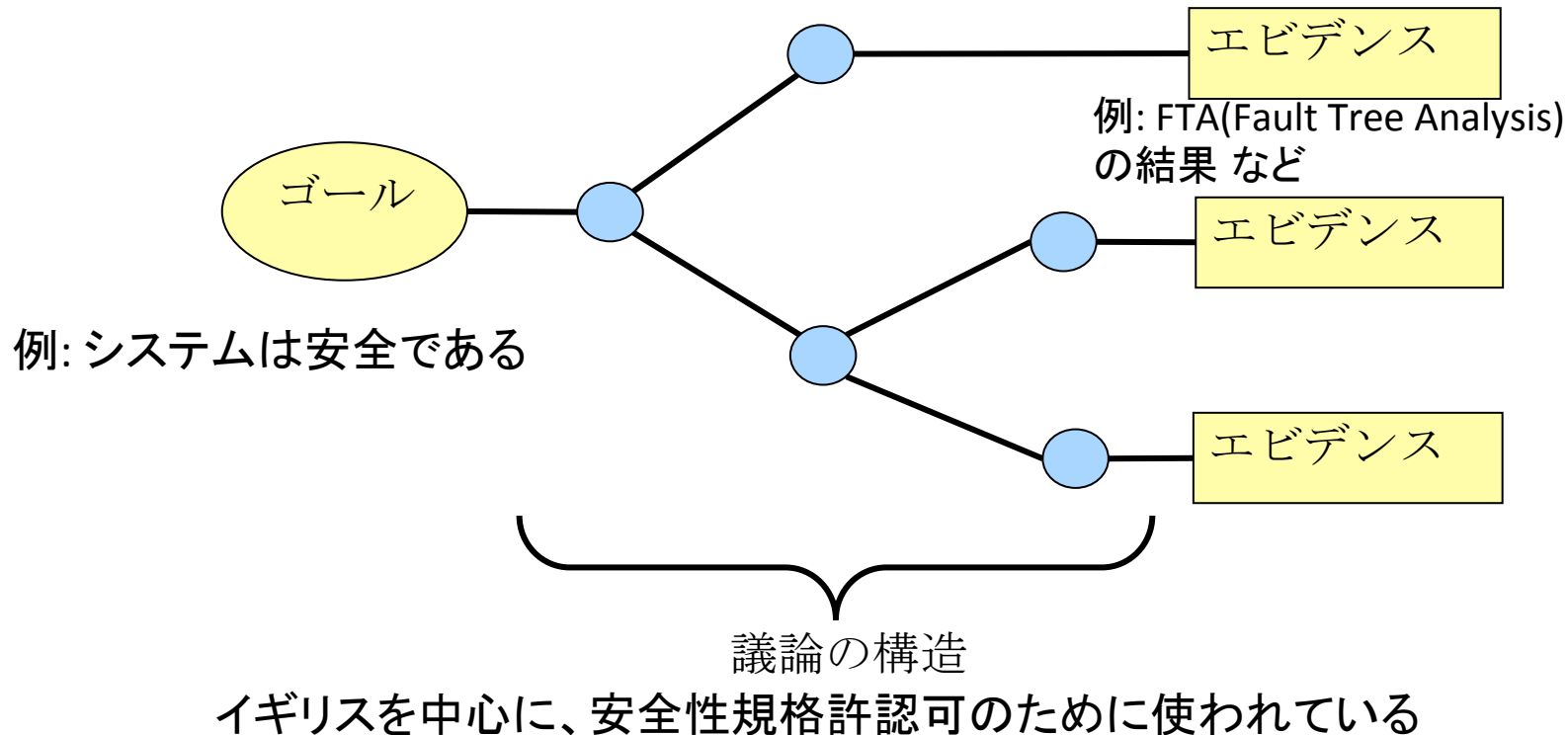
木下チームが調査していた
アシュアランスケース
(Assurance Cases)
を拡張してD-Caseを提案、
遠隔監視デモシステム
に適用



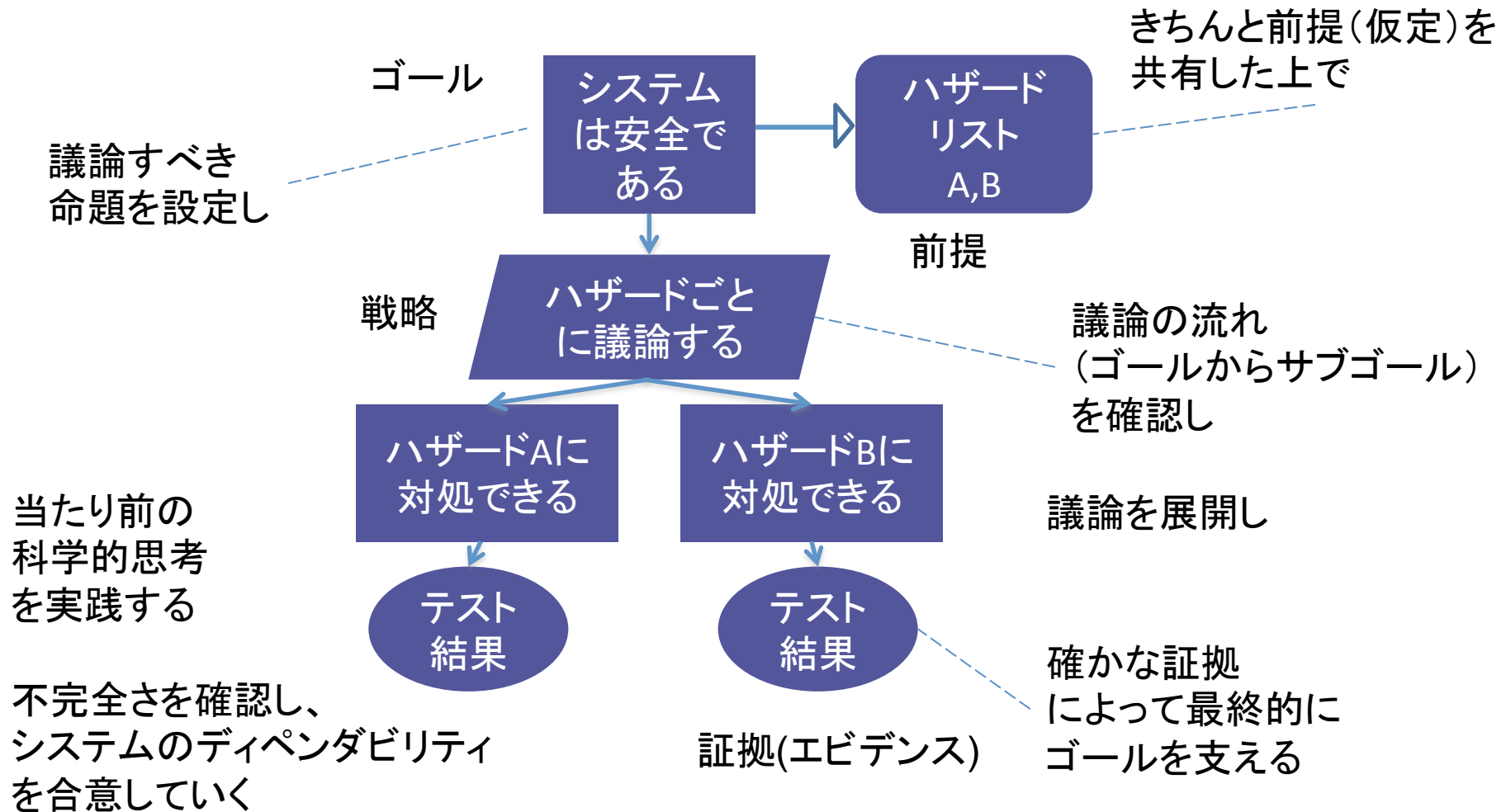
開発、運用を通じてD-Caseをシステムの
ディペンダビリティ電子情報として扱う
アーキテクチャが必要(DEOSの議論)

アシュアランスケース、セーフティケース (Assurance Cases, Safety Cases)

- システムが与えられた適用先と環境で、十分にディペンダブル(安全)であることを提供する構造化された証拠ドキュメント

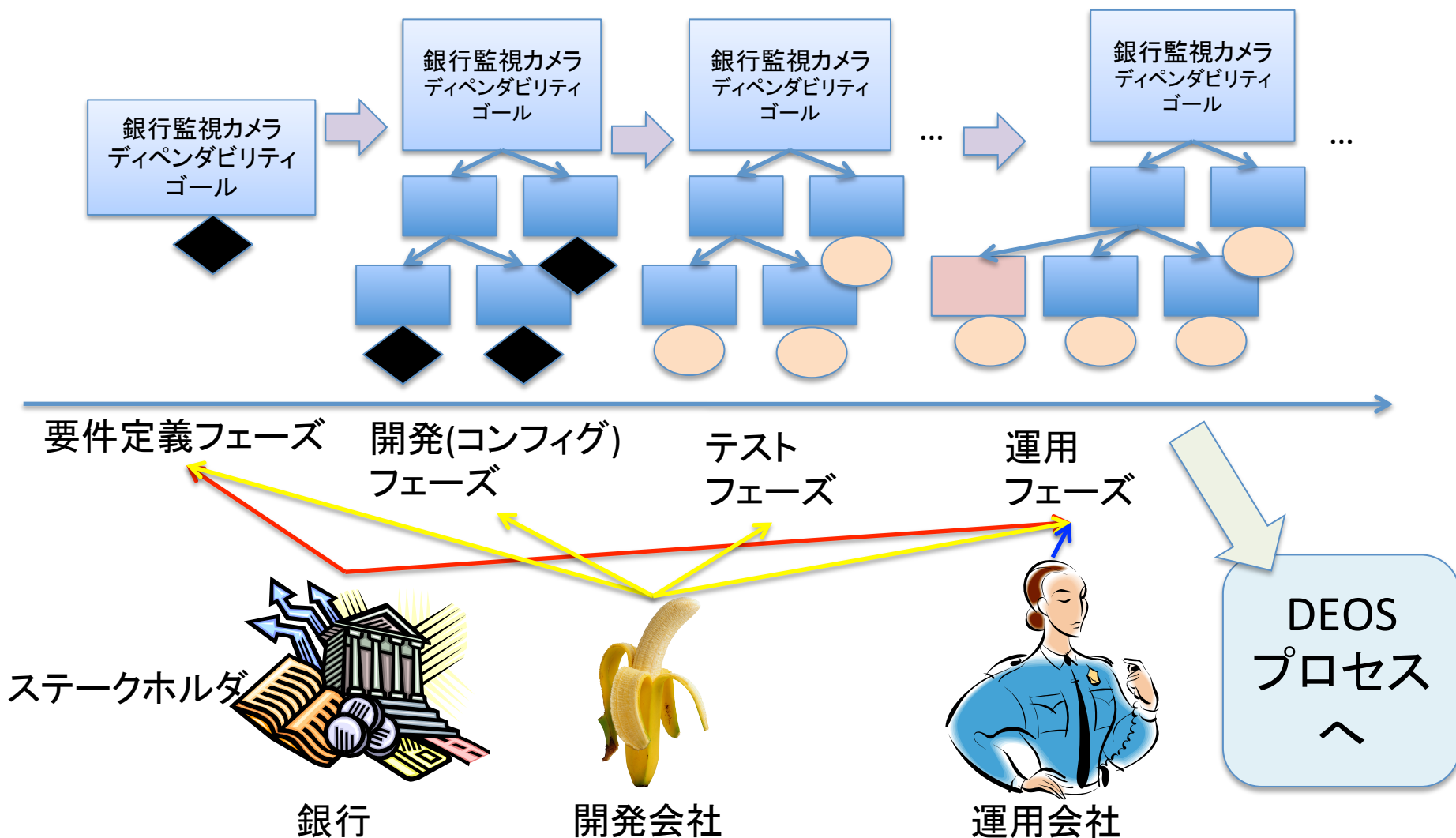


アシュアランスケース、セーフティケース (Assurance Cases, Safety Cases)



GSN (Goal Structuring Notation) で表記

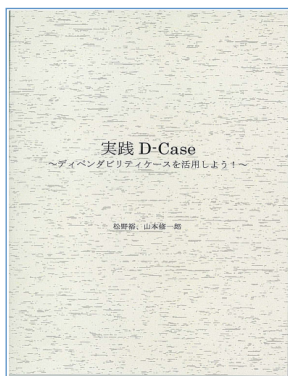
D-Caseの目指した方向性



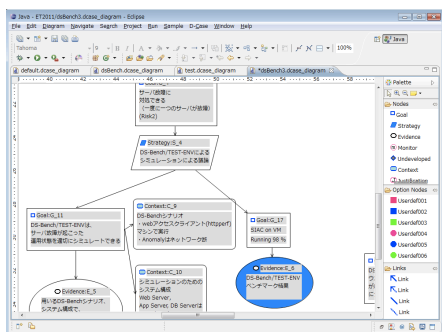
研究成果

ディペンダビリティ
合意形成

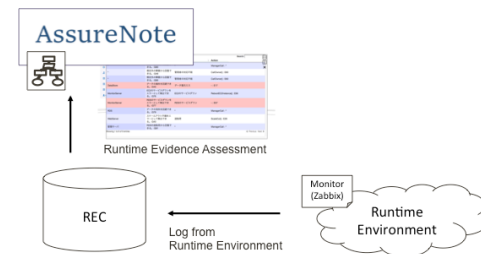
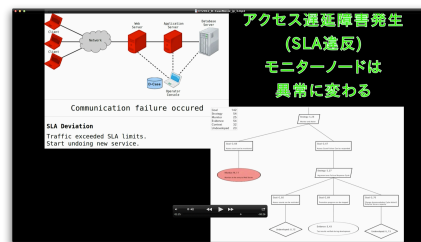
開発と運用を通じた
ディペンダビリティ
電子情報



松野、山本著 実践D-Case
世界初のソフトウェア工学
の知見を生かした、一般企業向け
D-Case/アシュアランスケース
記述手法



D-Case Editor
ベンチマークツール、
モデリングツール
と連携した世界初の本格的な
ツールの仕様策定、開発



©倉光研究室

D-RE、D-Scriptとの連携基礎実装

トップレベル
の研究へ

実証実験

[エンジン制御開発への適用](#)

講演者 石崎 直哉 (トヨタ) [PDF](#)

[D-Case活用事例：ETロボコンへの適用](#)

講演者 伊東 敦 (富士ゼロックス) [PDF](#)

[D-Caseを用いた要件定義プロセス](#)

講演者 (株)デンソークリエイト [PDF](#)

[D-Scriptを用いたD-Caseと実行環境の同期](#)

講演者 岡本悠希 (横浜国立大学) [PDF](#)

[System Assurance For Smart House](#)

講演者 Khana Chindamaikul, Uematsu Yusuke, Jun Komeda (奈良先端大)
[PDF](#)

[D-CaseによるLANアプリケーションのディペン](#)

講演者 (株)サイバー創研 [PDF](#)

[D-CaseとSysML/UML連携の実証実験](#)

講演者 山本光洋 (チェンジビジョン) [PDF](#)

[D-Caseを使ったロボットのディペンダビリティ](#)

講演者 加賀美聡 (産総研) [PDF](#)

[DEOSプロジェクト最新動向／SysMLとD-Case](#)

講演者 屋代眞 (DEOSセンター) 豊田学 (日本IBM)

[DEOSプロジェクト最新動向とD-Case事例紹介](#)

講演者 屋代眞 (DEOSセンター) [PDF](#)

[D-Caseを用いた分散システムのモニタリング](#)

講演者 中澤仁 (慶応大学) [PDF](#)

[D-Caseレポジトリとステークホルダ](#)

講演者 志田駿介 (横浜国立大学) [PDF](#)

www.dcase.jp

国際標準化

OMG Dependability Assurance Framework for Safety Sensitive Consumer Device (SSCD)

- 自動車などの消費者機械のディペンダビリティを日本流の「すり合わせ」により保証するフレームワーク
 - DEOSプロセスの考えが反映
- トヨタ、電通大、産総研、富士通を中心に活動中(2010~)
- IPA WGで活動、2013.3 RFP, 2013.11 Initial Submission.

マイナビニュース テクノロジー

【新着記事】	【イチオシ記事】	【人気記事】	半導体デバイス	次世代半導体技術
組み込み	スパコン/HPC	計測機器	エネルギー	医療/バイオ

ニューストップ > テクノロジー > 組み込み

日本式の「すり合わせ」開発 - IPAが国際標準化に向けた取り組みを発表 [2013/11/21]

ストラタシス・ジャパンが語る、3Dプリンタの導入メリットとは？
★ 間もなく締切 ★ 開発キット・計測器・ボードが当たる!! 豪華景品終了間近 →
若手エンジニアのY氏の設計事例から紐解く、差動インターフェースの落とし穴
復原? 離れて? ジョギング? 過度な運動よりコレがいい。詳しくはこちら →

情報処理推進機構(IPA)は11月20日、Embedded Technology 2013(ET2013)にて、高性能な「コンシューマデバイス」を開発するための取り組みとして、新しい開発方法論の国際標準化を目指し、国際標準化団体「Object Management Group(OMG)」へ提案を行ったことを発表した。

2013.11 ET2013でプレスリリース

Open Group Open Dependability through Assuredness (O-DA)

- エンタープライズアーキテクチャ・プロセス TOGAFへのDEOSプロセスの導入
- Open Group Real Time & Embedded System分科会に参加(2011.3)
- 2013.8 v.1.0発行

THE Open GROUP

Home | Login | Sitemap Search

Subject Areas | Get Involved | Standards | Certifications | Events | Consortia Services | Software | Publications | About Us

The Open Group Releases Dependability through Assuredness™ Standard

Standard Outlines Criteria for Mitigating Risk Associated with Dependability of Complex Interoperable Systems and Outlines Individual Accountability

SAN FRANCISCO / TOKYO – August 6th, 2013 – The Open Group announces the publication of the Dependability through Assuredness™ Standard (O-DA) published by The Open Group Real-Time & Embedded Systems Forum. O-DA will benefit organizations relying on complex systems to avoid or mitigate the impact of failure of those systems.

Media Contact
Hotwire PR
San Francisco, USA
+1 415 840 2790
Contact
London, UK
+44 (0) 20 7608 2500
Contact

2013.8 Open Group Conference
でプレスリリース

日経コンピュータ2013.11.28号で紹介

普及活動

- 研究会(名大、電通大主催)
 - 名古屋、東京、京都で4回開催、130名参加
- 講習会
 - 名古屋、JAXA、FX、横河電機で5回開催、90名参加
- 企業とのD-Caseセミナー、展示会 2件
- APCOSEC2013国際会議(慶応大)などでのD-Caseセッション開催
- www.dcase.jp
 - 半年で5000件アクセス
- D-Case Editor公開、オープンソース化
 - 数十件程度の利用報告
 - 数百件のダウンロード

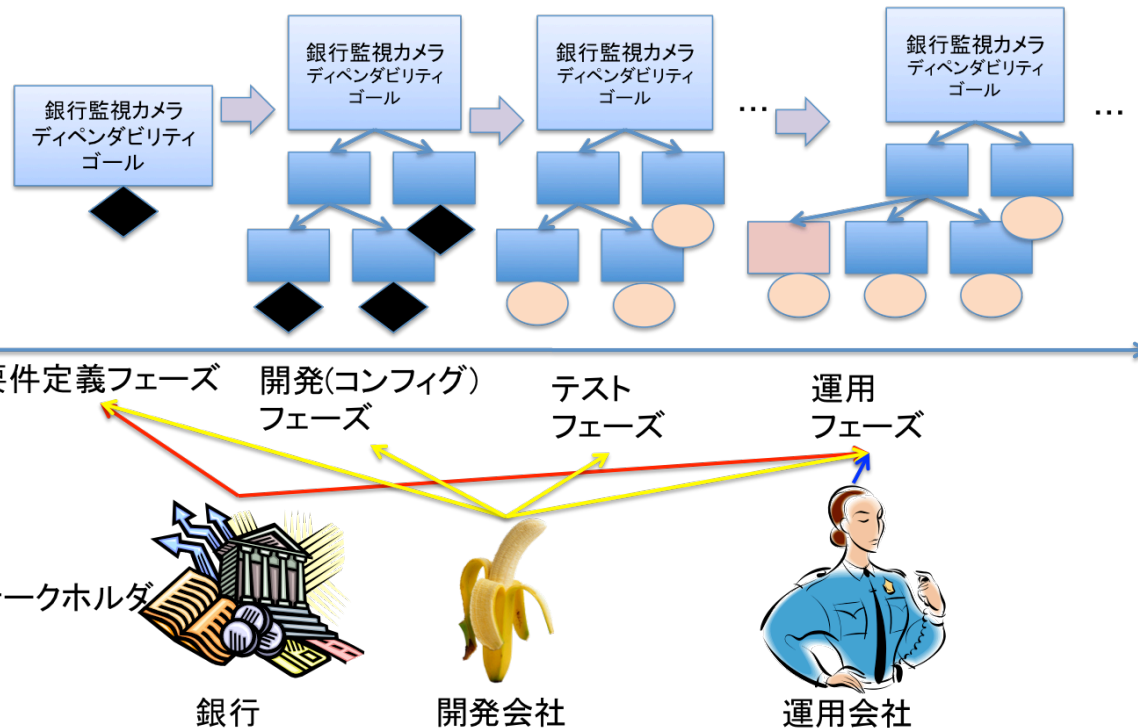
富士ゼロックス社内の活動

- 2013年度 講習会など3回、計37名参加
- 利用事例
 - ETロボコン提出モデル ET2012、ET2013(ETロボコン参加者)
 - 製品開発現場における技術選択(コントローラSW開発部門)
 - 研究プロトタイプを対象にしたHAYST法によるテスト設計のための因子/水準の抽出(研究開発部門)



第4回D-Case研究会の様子(2013.10.22, 京都)

D-Caseの課題



Dependability概念規定
→ DEOSプロセス

D-Case言語仕様策定、
D-Caseシステム連携基礎、
ツールオープンソース公開

D-Case記述法開発

研究会、講習会、教材開発

D-Case記述、評価、
再利用、Confidence、
システムライフサイクル
への埋め込み、...

本質的な課題

D-Case研究会、部会において、企業、研究機関が連携して
(部分的)解決を試み、可能な範囲で企業現場に適用し、
結果を研究にフィードバックしていく

D-Caseの課題

- D-Caseのスケーラビリティ
 - D-Caseはすぐに巨大になる→
D-Caseのモジュール化
- D-Caseの再利用性
 - D-Caseをスクラッチから書くのは大変
 - 有用なD-Caseの部分をパターン化し再利用する
- ...

GSNパターン

- GSNの再利用性を高めるためにGSNパターンが提案されている

GSNパターン

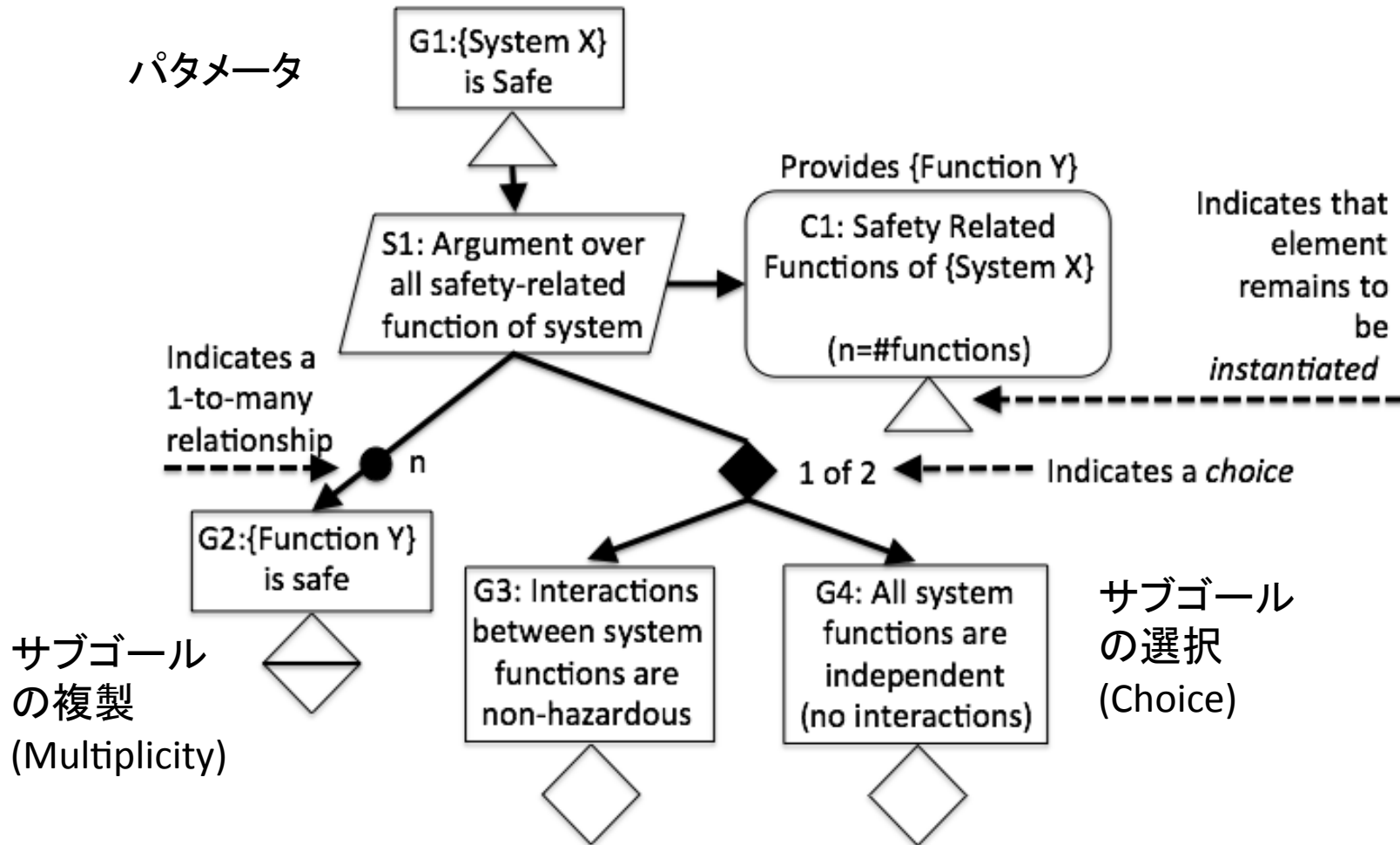
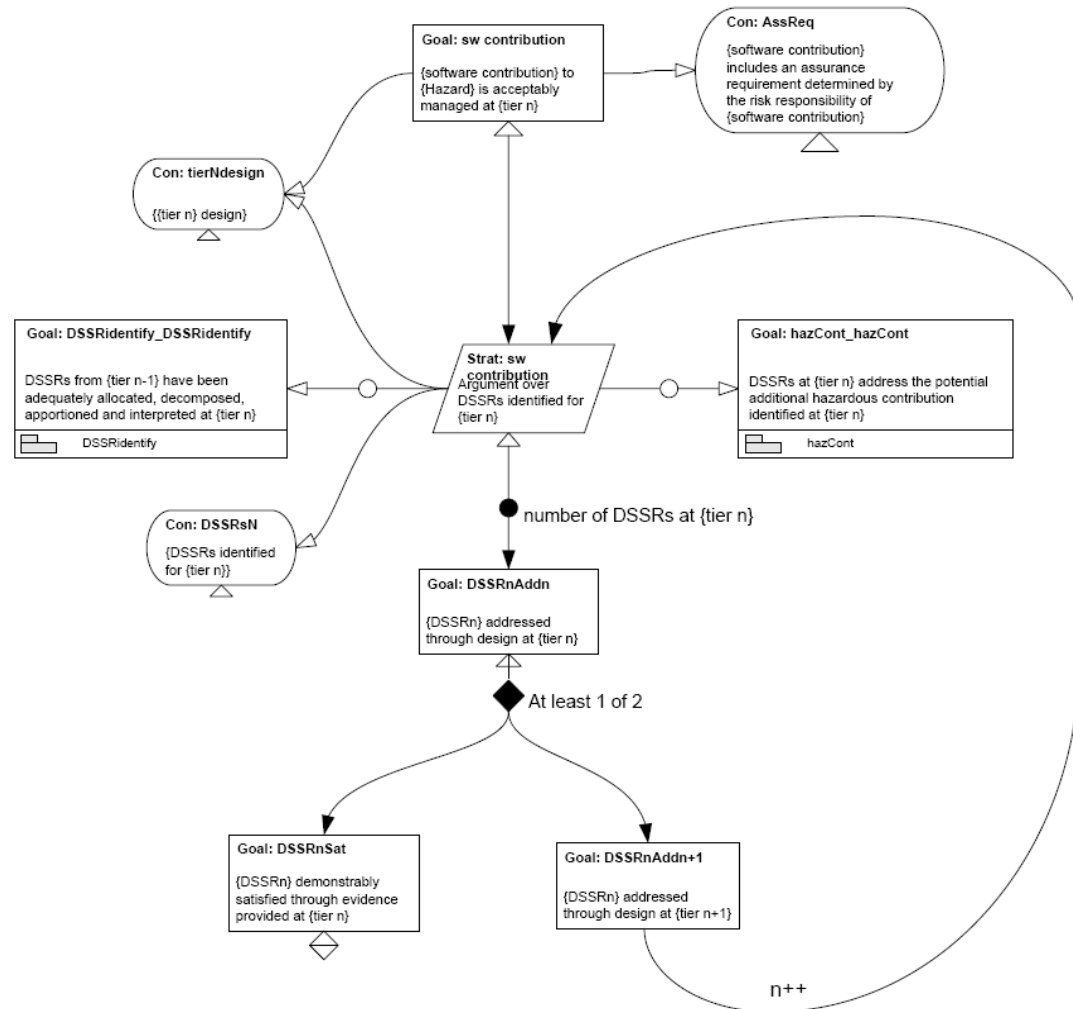


Fig. 3. An example of GSN patterns [8]

GSNパターン

- ループ構造



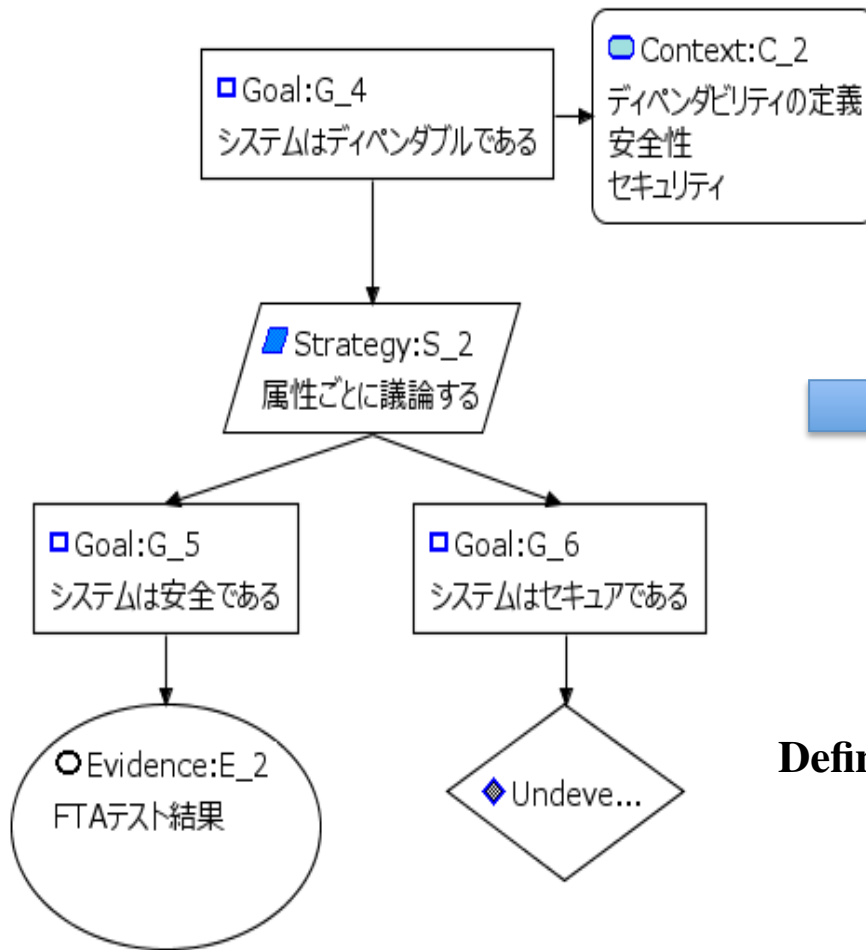
アシュアランスケース/GSNの課題

- GSN, GSNパターンの形式的な定義が定まっていない
 - 実装したツールがまだない
 - 例えば、パラメータのスコープなどが定義されていない
- 関数型言語の形式を利用すると容易なのではないか



- GSN, GSNパターンを形式化、実装

GSNの構造化



$(G4, S2, ((G5, E2), (G6, \Diamond)), C2)$

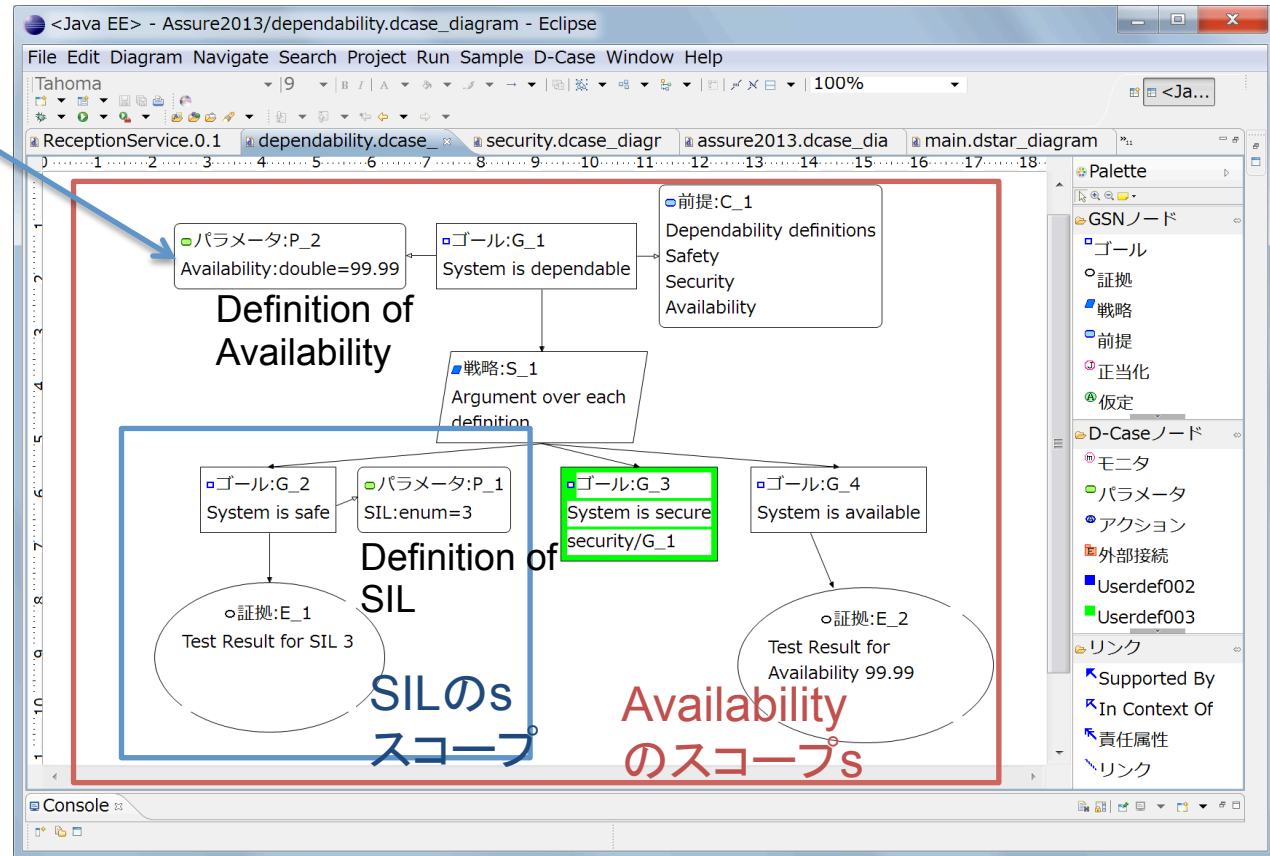
Definition 1 (GSN term T)

$T ::= \Diamond \mid (g, \Diamond) \mid (g, e) \mid (g, st, (T_1, \dots, T_n))$

パターンの定義

- パラメータにスコープ、型を導入

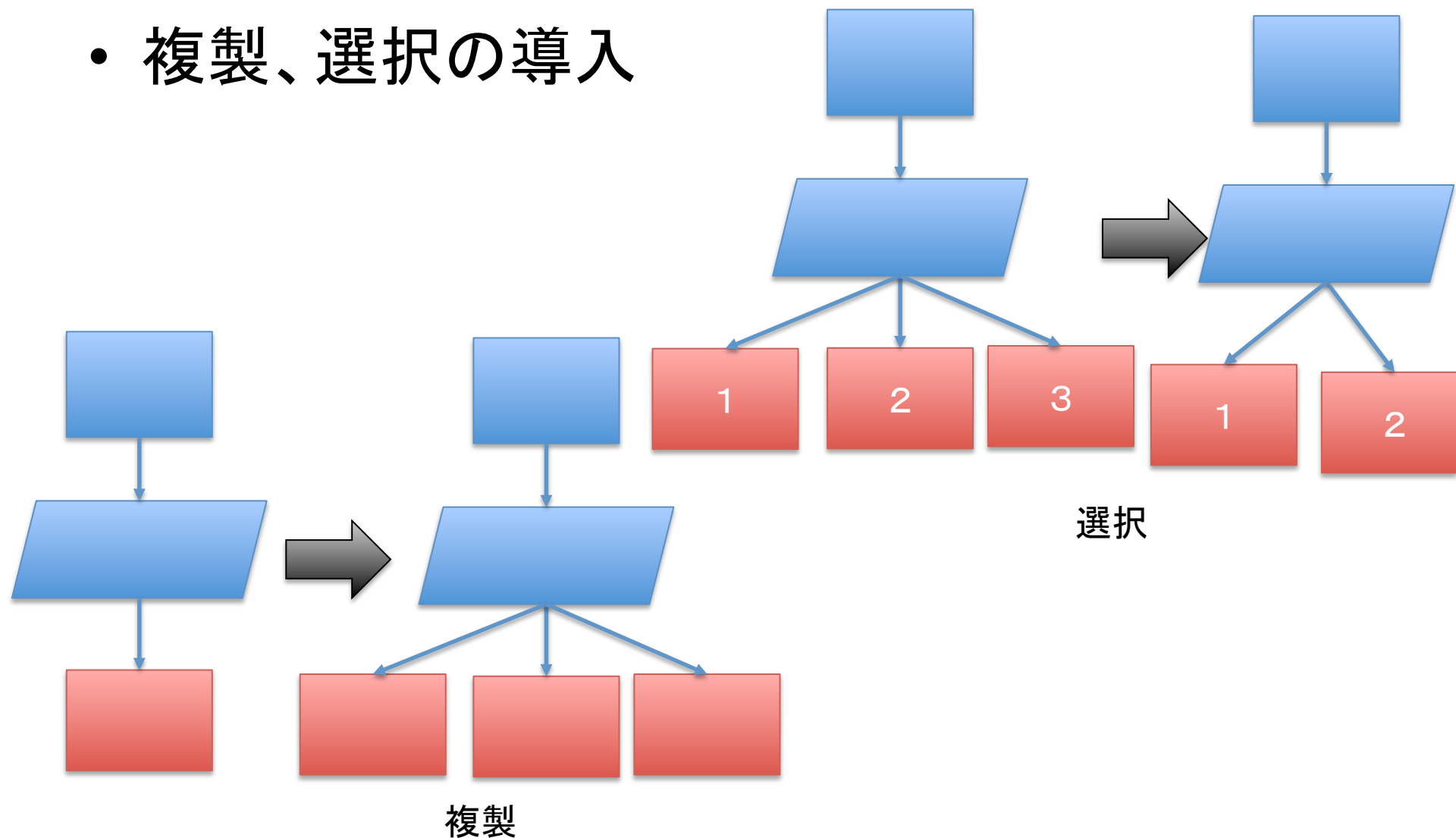
$[x : \tau = v]$



パラメタの型 $\tau ::= int \mid double \mid string \mid enum \mid raw,$

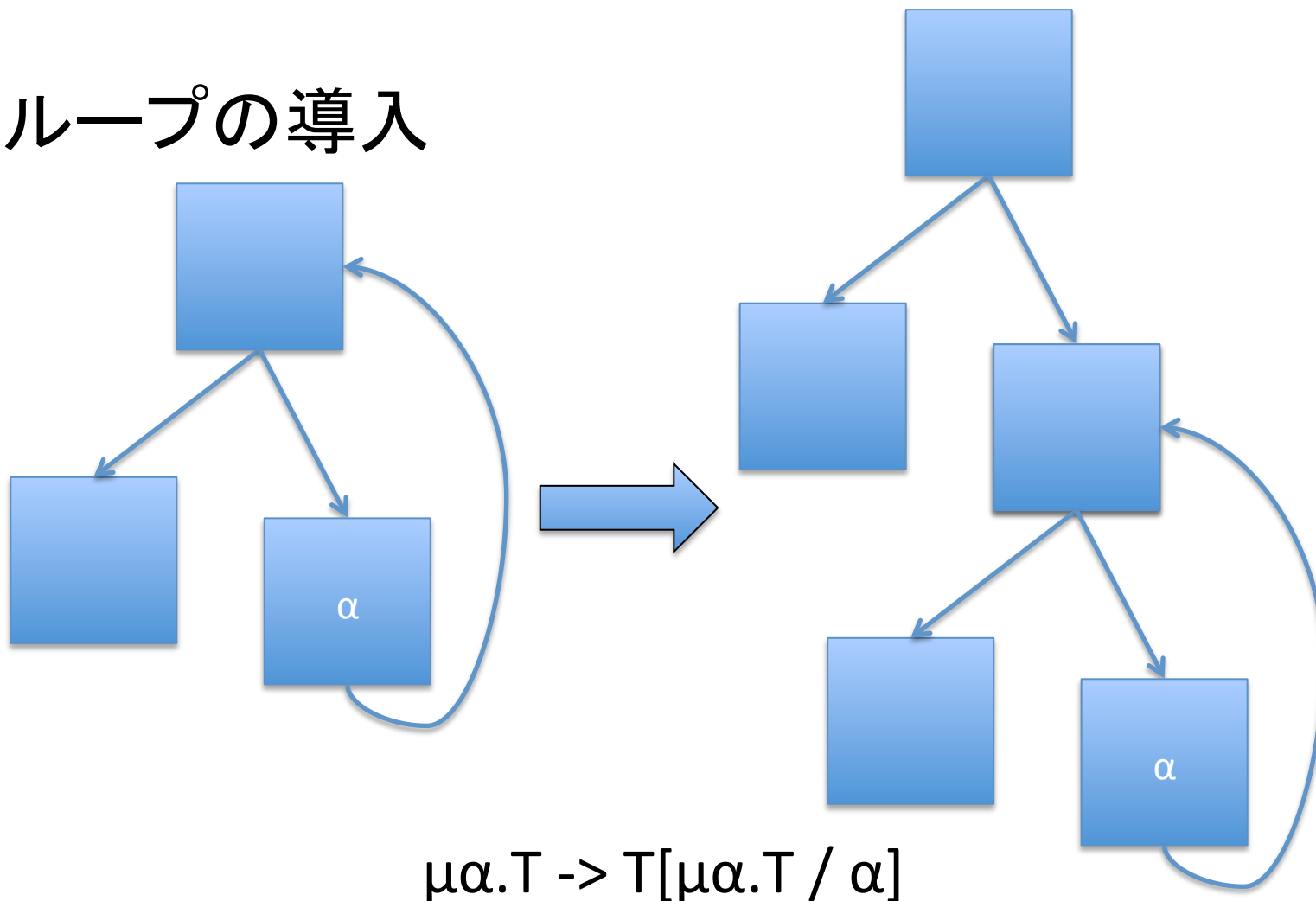
パターンの定義

- 複製、選択の導入



パターンの定義

- ループの導入



GSNパターンの定義

$$d ::= \epsilon \mid [x : \tau = v]$$

$$P ::= \alpha \mid \diamond \mid (g, \diamond, d)$$

$$\mid (g, e, d) \mid (g, st, (P_1, \dots, P_n), d)$$

1からk ($i \leq k \leq j$)
番目のサブパターンを
選択

$$\mid (g, st, c[i, j](P_1, \dots, P_n), d)$$

k ($i \leq k \leq j$)
個複製

$$\mid (g, st, m[i, j](P), d) \mid \mu\alpha.P$$

例 $g = \text{"\{システム\}はディペンダブルである"}$
 $\{システム\}$ はパラメータ

ループ

GSNパターンのインスタンス化

$$\begin{aligned}
 & (g, \diamond, [x : \tau = \perp]) \xrightarrow{v} (g[v/x], \diamond, [x : \tau = v]) \\
 & (g, e, [x : \tau = \perp]) \xrightarrow{v} (g[v/x], e[v/x], [x : \tau = v]) \\
 & (g, st, (P_1, \dots, P_n), [x : \tau = \perp]) \xrightarrow{v} \\
 & \quad (g[v/x], st[v/x], (P_1[v/x], \dots, P_n[v/x]), [x : \tau = v]) \\
 & (g, st, c[i, j](P_1, \dots, P_n), d) \xrightarrow{k} (g, st, (P_1, \dots, P_k), d) \\
 & (g, st, m[i, j](P), d) \xrightarrow{k} (g, st, (P, \dots, P), d) \text{ (} P \text{ repeats } k \text{ times)} \\
 & \mu\alpha.P \xrightarrow{\mu} P[\mu\alpha.P/\alpha] \\
 & \mu\alpha.P \xrightarrow{\diamond} \diamond
 \end{aligned}$$

Fig. 6 Pattern Instantiation Relation $P_1 \rightarrow P_2$

パターンとインスタンスの関係

Definition 4 ($\mathbf{elim}(P)$) $\mathbf{elim}(P)$ is a function that returns P' in which all parameter contexts are eliminated from P . For example, if $P = (g, e, [x : \tau = v])$, then $\mathbf{elim}(P) = (g, e)$.

Definition 5 (Normal Form) A pattern P is said to be normal form if and only if there does not exist P_1 such that $P \longrightarrow P_1$.

Definition 6 (Instances of a Pattern) Let P be a pattern in which all parameters are unassigned. If

$$P \longrightarrow_* I$$

and I is a normal form, then $\mathbf{elim}(I)$ is an instance of P .

パターンインスタンス アルゴリズム

$\Pi(P) =$

case P of

$$(g, \diamond, \epsilon) \Longrightarrow (g, \diamond, \epsilon)$$

$$(g, e, \epsilon) \Longrightarrow (g, e, \epsilon)$$

$$(g, st, (P_1, \dots, P_n), \epsilon) \Longrightarrow (g, st, (\Pi(P_1), \dots, \Pi(P_n)), \epsilon)$$

$$(g, \diamond, [x : \tau = \perp]) \Longrightarrow (g[v/x], \diamond, [x : \tau = v])$$

$$(g, e, [x : \tau = \perp]) \Longrightarrow (g[v/x], e[v/x], [x : \tau = v])$$

$$(g, st, (P_1, \dots, P_n), [x : \tau = \perp]) \Longrightarrow$$

$$(g[v/x], st[v/x], (\Pi(P_1[v/x]), \dots, \Pi(P_n[v/x])), [x : \tau = v])$$

$$(g, st, c[i, j](P_1, \dots, P_n), d) \Longrightarrow \Pi((g, st, (P_1, \dots, P_k), d))$$

$$(g, st, m[i, j](P), d) \Longrightarrow \Pi((g, st, (P, \dots, P), d))$$

$$\mu\alpha.P \Longrightarrow \Pi(P[\mu\alpha.P/\alpha]) \text{ if } u = \mu$$

$$\mu\alpha.P \Longrightarrow \diamond \text{ if } u = \diamond$$

Theorem 1 Let P be a closed GSN pattern. If

$$\Pi(P) = I,$$

then $\text{elim}(I)$ is an instance of P .

モジュール

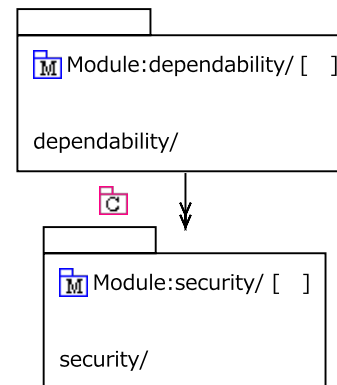
- サブモジュール、モジュール参照の概念を導入し、GSN定義を拡張

$$g ::= (desc, f)$$

$$T ::= \diamond \mid (g, \diamond) \mid (g, e) \mid (g, st, (T_1, \dots, T_n))$$

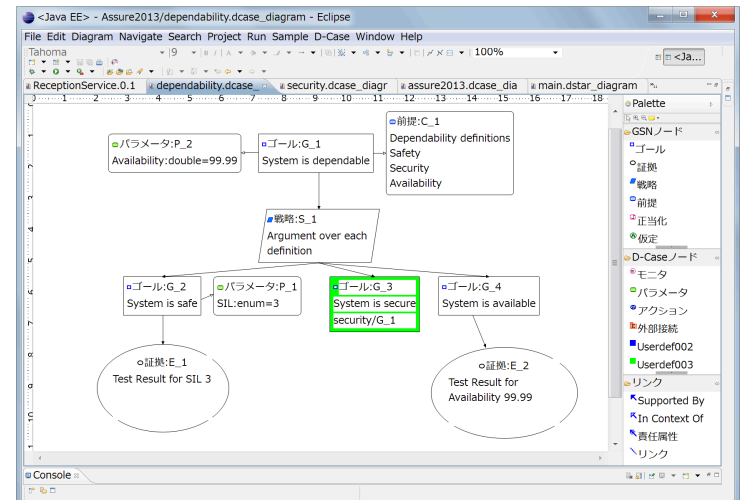
$$M \mid \text{ref}(M) \mid \text{away}(M.g)$$

- モジュール間の依存関係をコントロールフローグラフにより定義



D-Case Editorで実装

- DEOSプロジェクトで開発したオープンソースのGSNエディタ
- グラフィカル表記、パターン、モジュール
 - すべてのパターン構成を実装
 - モジュールも実装
- 世界ではじめての実現



既存パターン実装

Pattern Name
High-Level Software Safety Argument [13]
Software Contribution Safety Argument [13]
SSR Identification Software Safety Argument [13]
Hazardous Contribution Software Safety Argument [13]
SW Contribution Safety Argument with Grouping [13]
Hazard Avoidance Pattern [18]
Fault Free Software Pattern [18]
ALARP (As-Low-As-Reasonably-Practicable) Pattern [18]
Component Contributions to System Hazards [41]
Hazardous SW Failure Mode Decomposition Pattern [41]
Hazardous Software Failure Mode Classification Pattern [41]
Software Argument Approach Pattern [41]
Absence of Omission Hazardous Failure Mode Pattern [41]
Absence of Commission Hazardous Failure Mode Pattern [41]
Absence of Early Hazardous Failure Mode Pattern [41]
Absence of Late Hazardous Failure Mode Pattern [41]
Absence of Value Hazardous Failure Mode Pattern [41]
Effects of Other Components Pattern [41]
Handling of Hardware/Other Component Failure Mode [41]
Handling of Software Failure Mode [41]
At Least As Safe Argument [4]
Requirements Breakdown Pattern [7]

[13] R. Hawkins and T. Kelly. A software safety argument pattern catalogue. Technical report, The University of York, 2013. <http://www-users.cs.york.ac.uk/~rhawkins/pubs.html>.

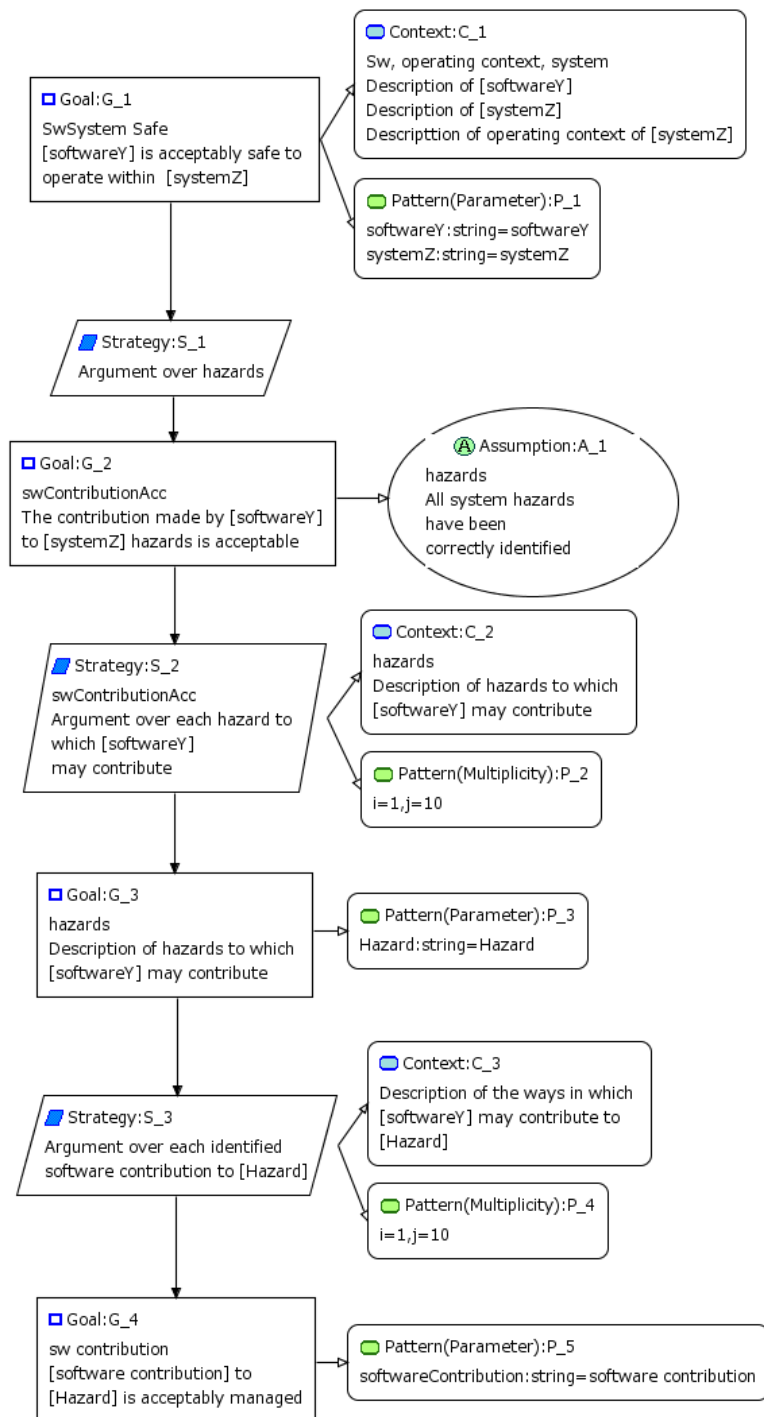
[18] Tim Kelly and John McDermid. Safety case construction and reuse using patterns. In *In Proceedings of 16th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP'97)*, 1997.

[41] Robert Andrew Weaver. *The Safety of Software - Constructing and Assuring Arguments*. PhD thesis, Department of Computer Science, University of York, 2003.

[4] Robert Alexander, Tim Kelly, Zeshan Kurd, and John McDermid. Safety cases for advanced control software: Safety case patterns. Technical report, Department of Computer Science, University of York, 2007.

[7] Ewen Denney and Ganesh Pai. A formal basis for safety case patterns. In *SAFECOMP*, pages 21–32, 2013.

多少の変更のみで、
既存のGSNパターンを
実装できた



High-Level Software Safety Argument Pattern

A Software Safety Argument Pattern Catalogue

R.Hawkins and T.Kelly

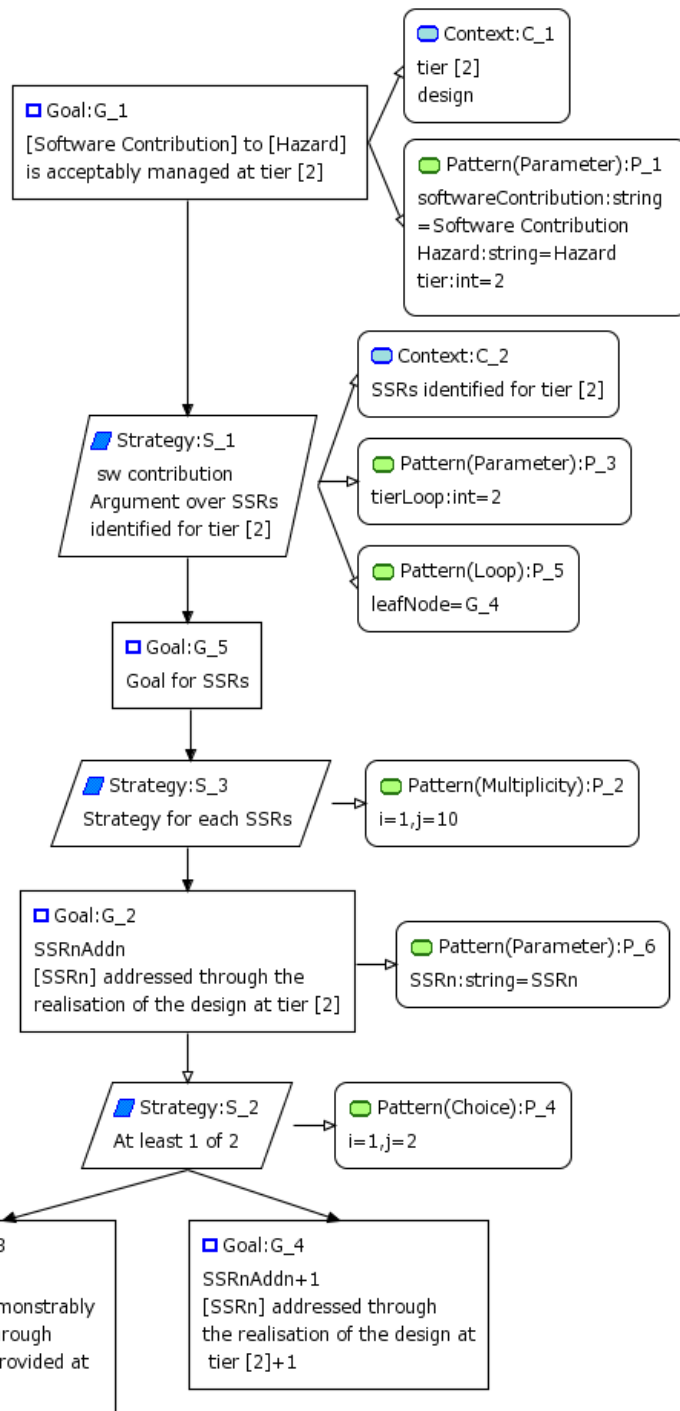
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdir/reports/2013/YCS/482/YCS-2013-482.pdf>

Software Contribution Safety Argument Pattern

A Software Safety Argument Pattern Catalogue

R.Hawkins and T.Kelly

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2013/YCS/482/YCS-2013-482.pdf>

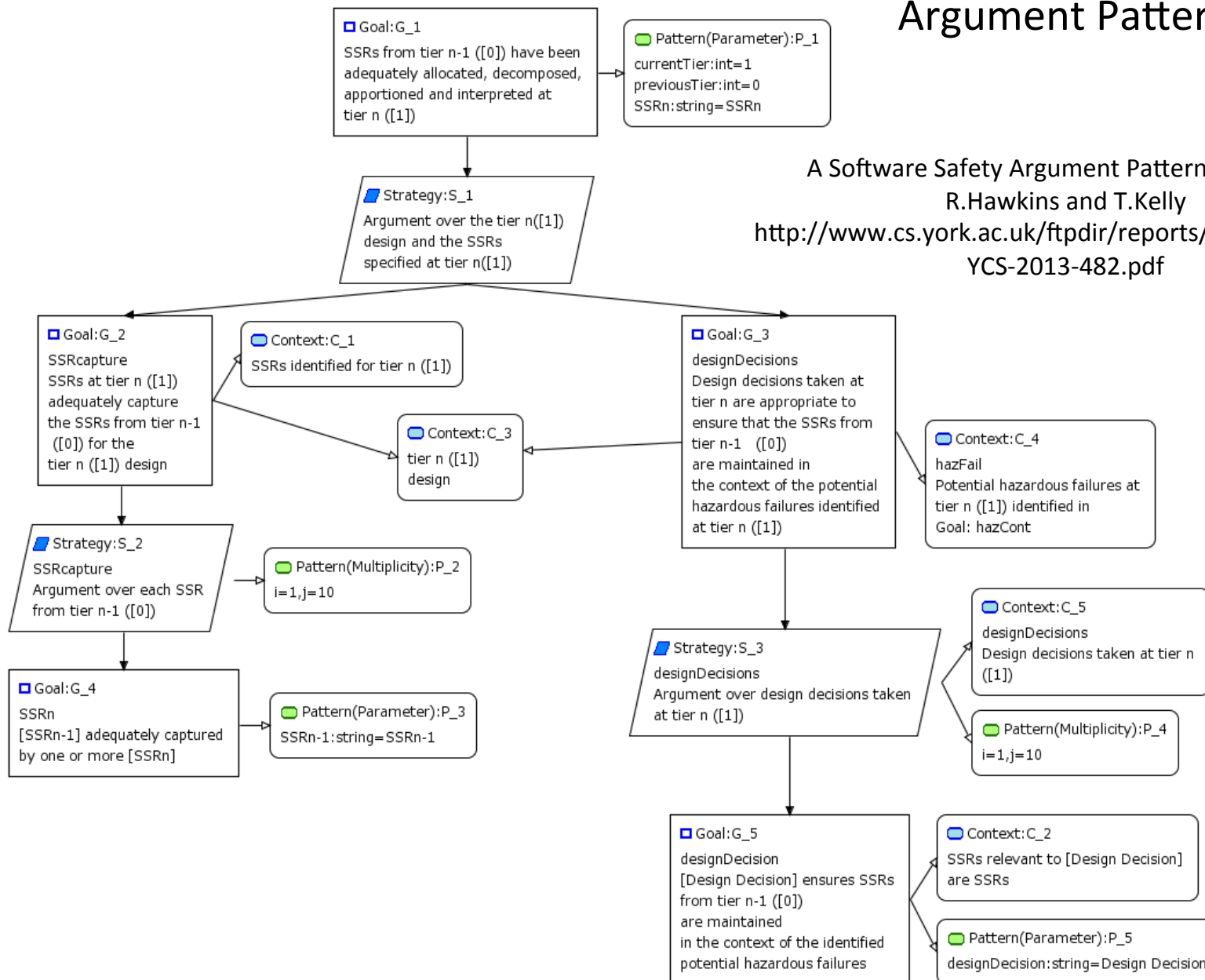


SSR Identification Software Safety Argument Pattern

A Software Safety Argument Pattern Catalogue

R.Hawkins and T.Kelly

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2013/YCS/482/YCS-2013-482.pdf>

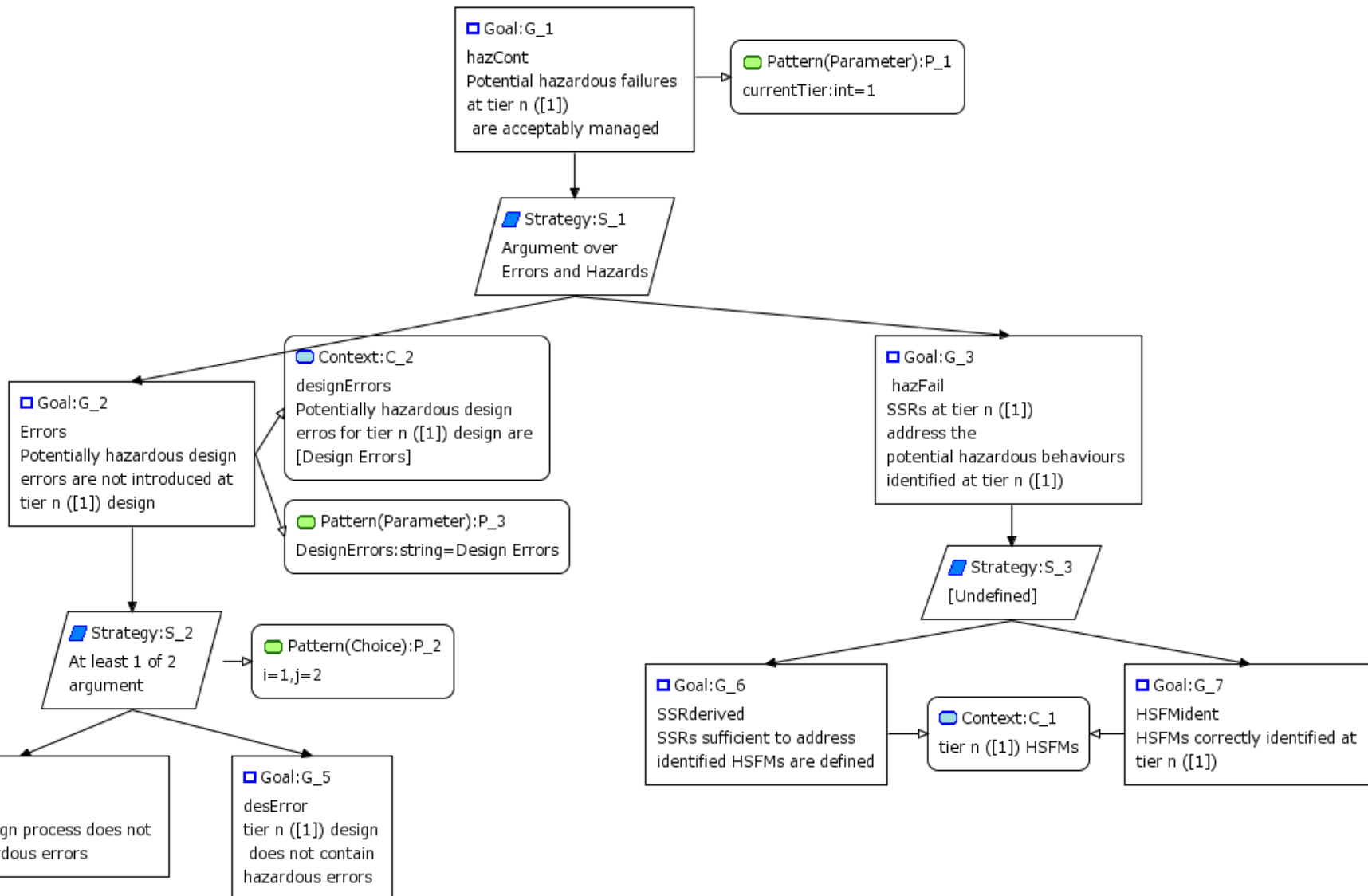


Hazardous Contribution Software Safety Argument Pattern

A Software Safety Argument Pattern Catalogue

R.Hawkins and T.Kelly

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2013/YCS/482/YCS-2013-482.pdf>

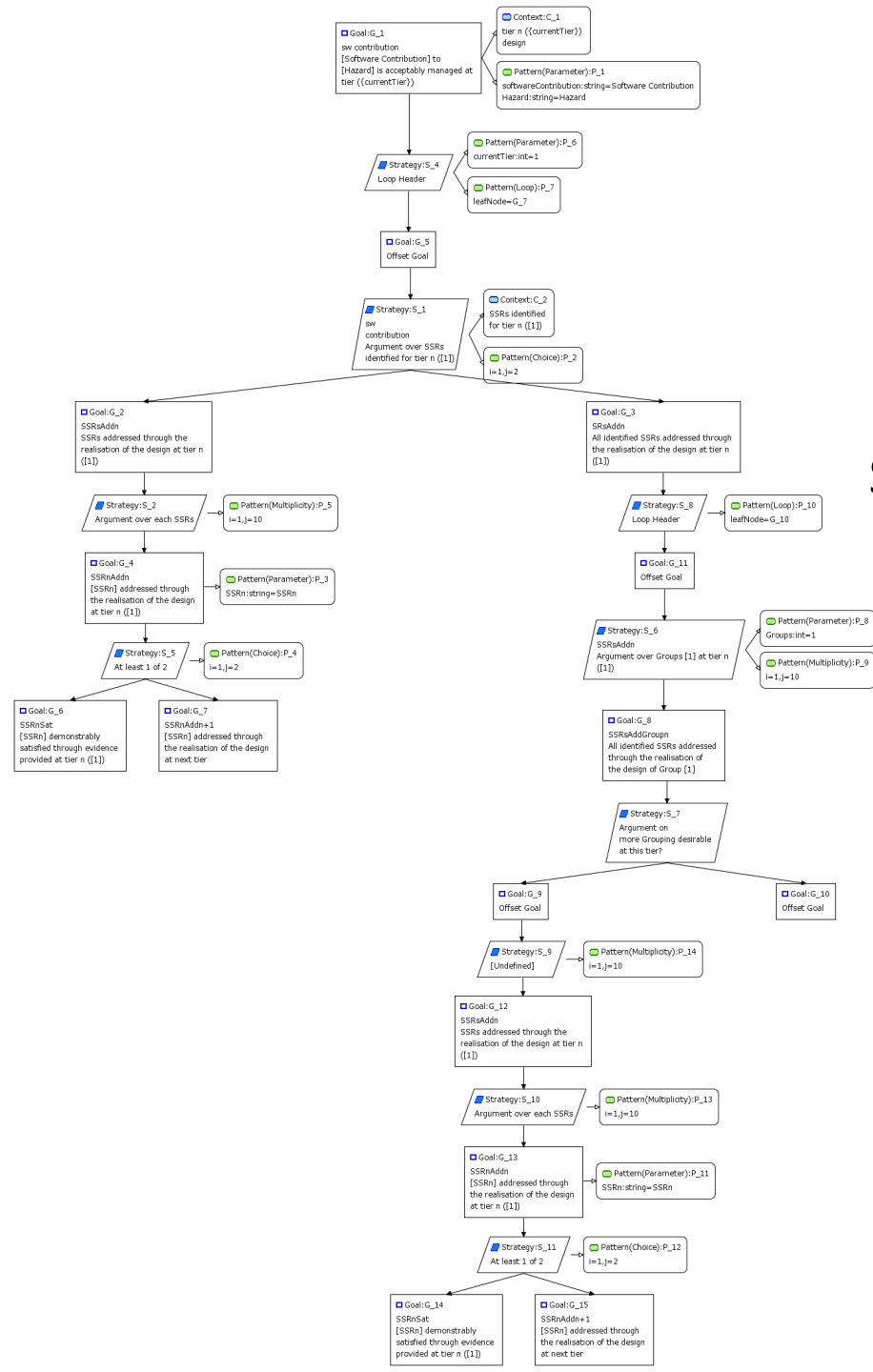


Software Contribution Safety Argument Pattern with Grouping

A Software Safety Argument Pattern Catalogue

R.Hawkins and T.Kelly

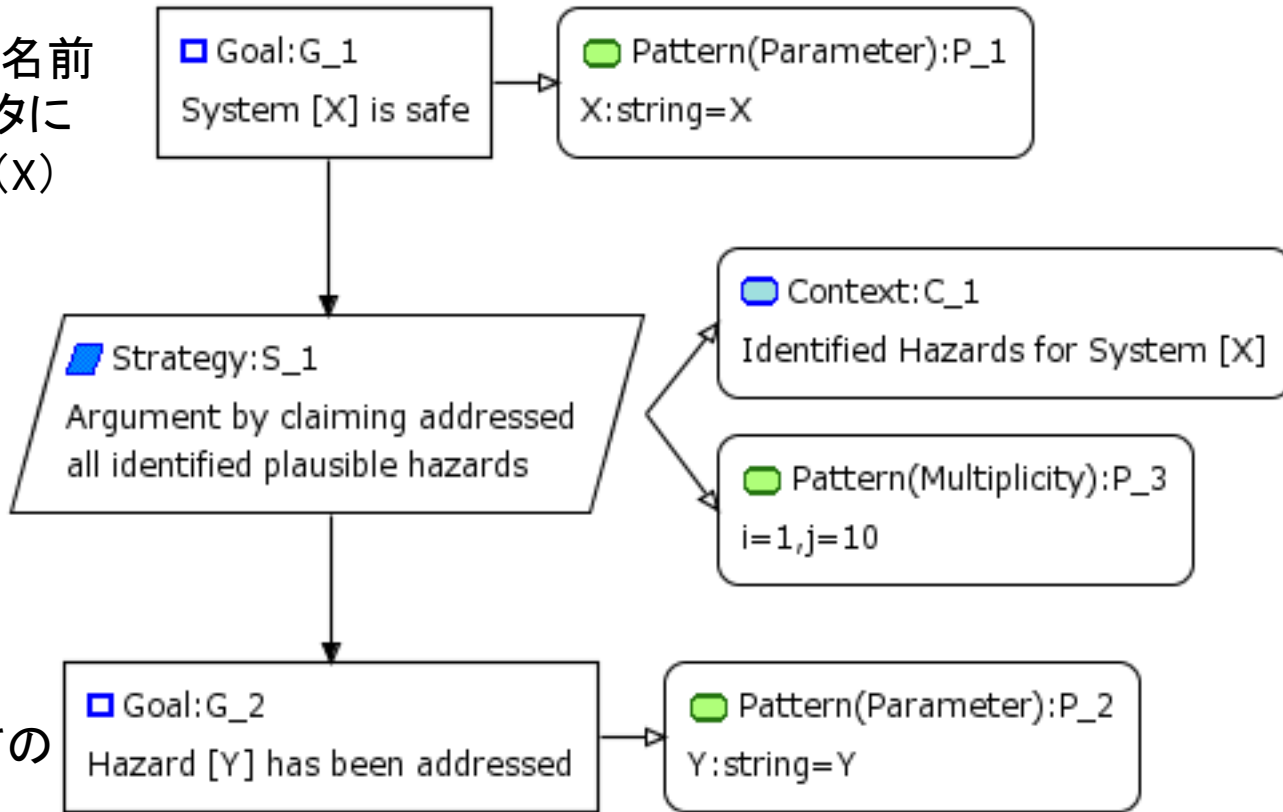
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2013/YCS/482/YCS-2013-482.pdf>



Hazard Avoidance Pattern

Tim Kelly and John McDermid. Safety case construction and reuse using patterns. In In Proceedings of 16th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP'97), 1997.

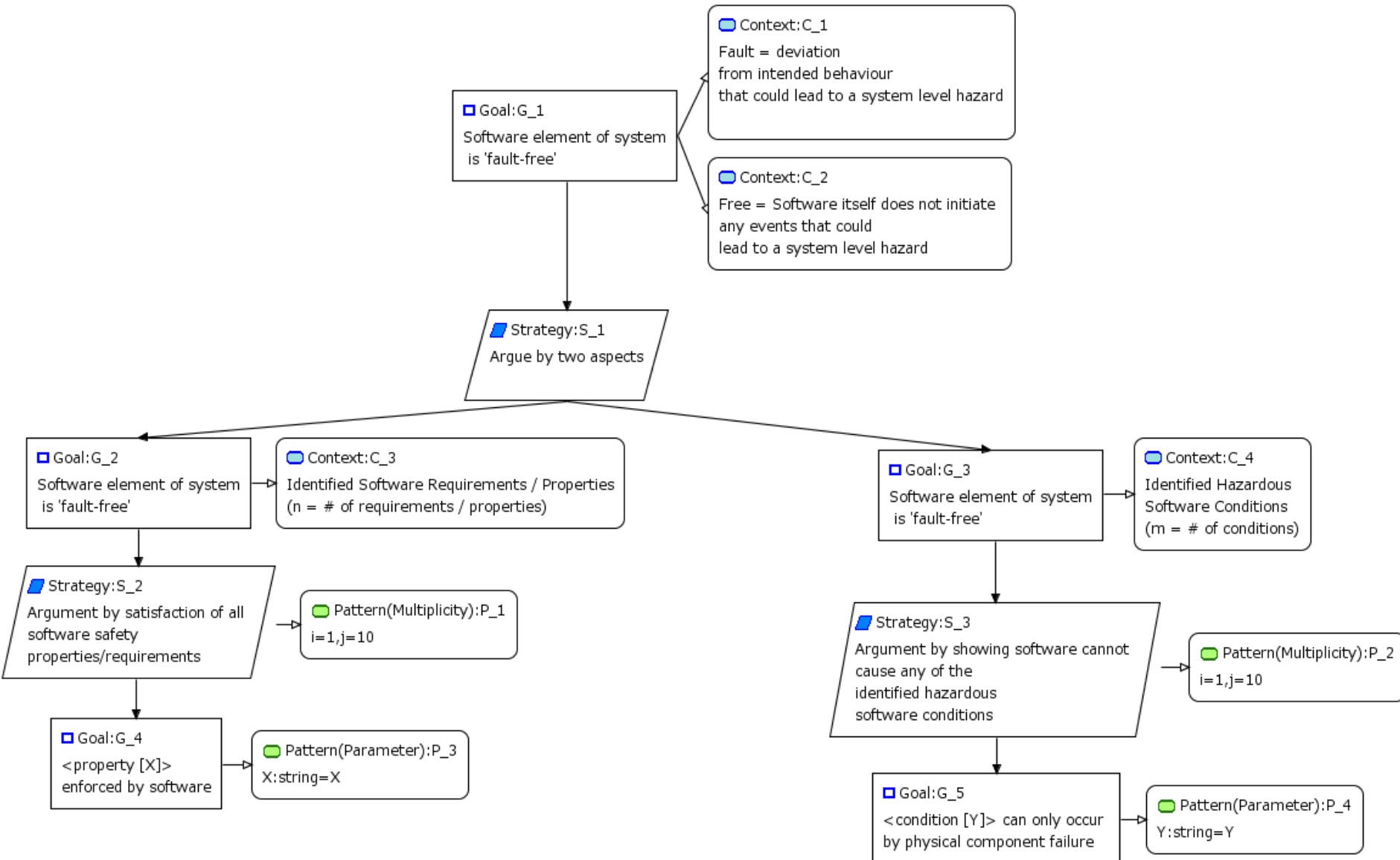
システムの名前
がパラメータに
なっている(X)



システムXで
識別
されたすべての
ハザードY
に対処できている
ことを議論する

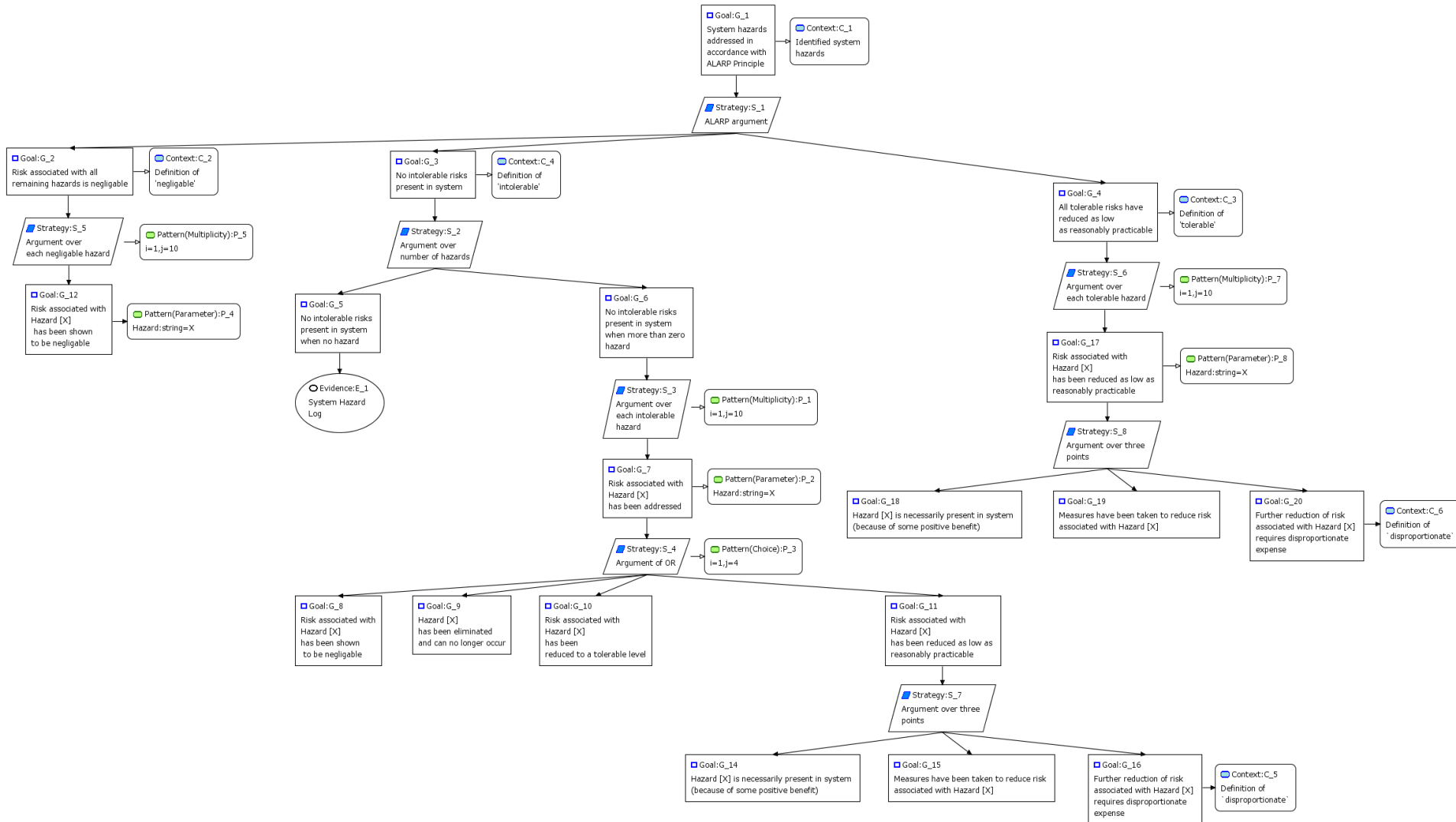
Fault Free Software Pattern

Tim Kelly and John McDermid. Safety case construction and reuse using patterns. In In Proceedings of 16th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP'97), 1997.



ALARP (As-Low-As-Reasonably-Practicable) Pattern

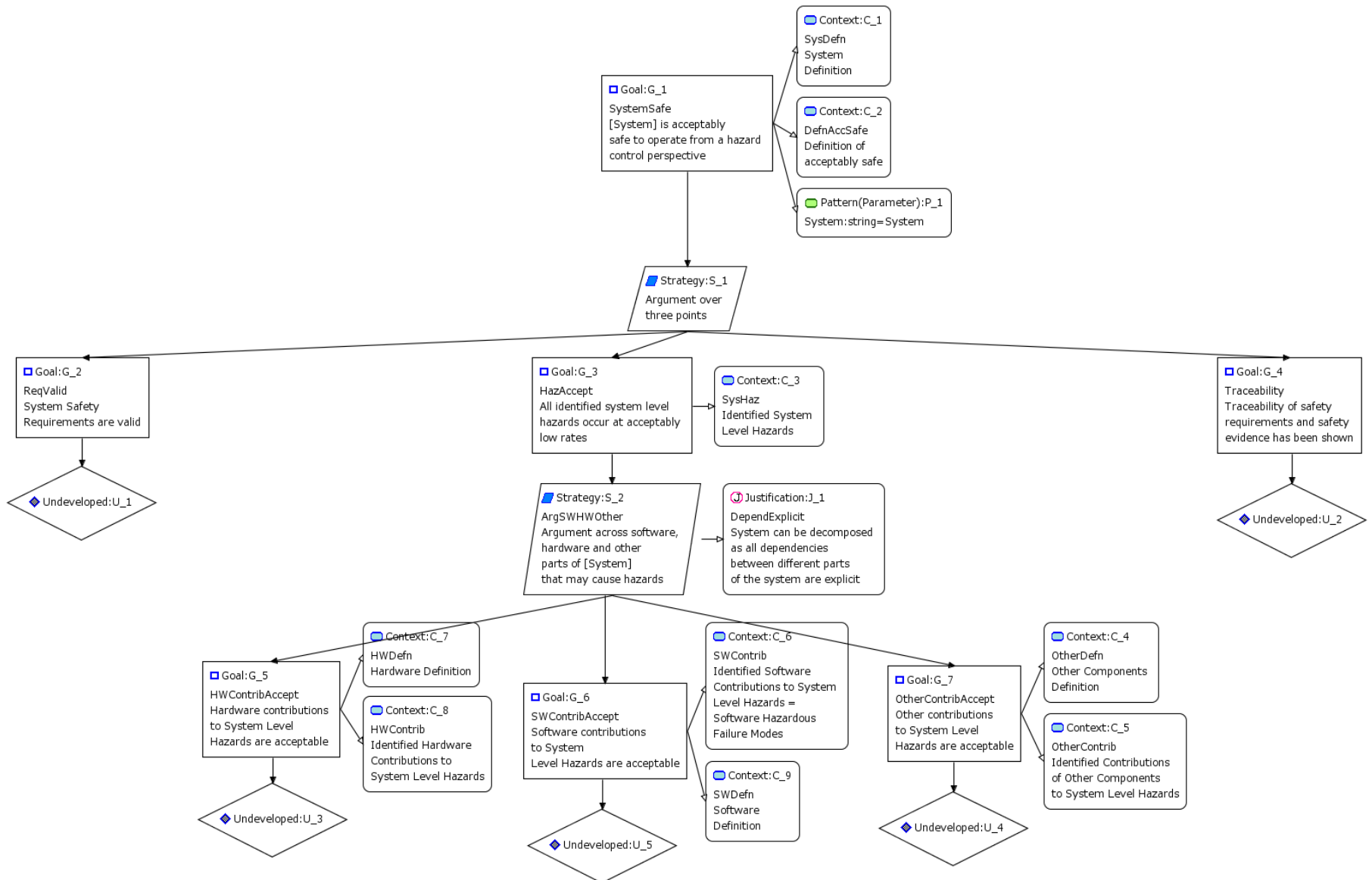
Tim Kelly and John McDermid. Safety case construction and reuse using patterns. In In Proceedings of 16th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP'97), 1997.



Component Contributions to System Hazards

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments
Ph.D. Thesis, University of York, 2004

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

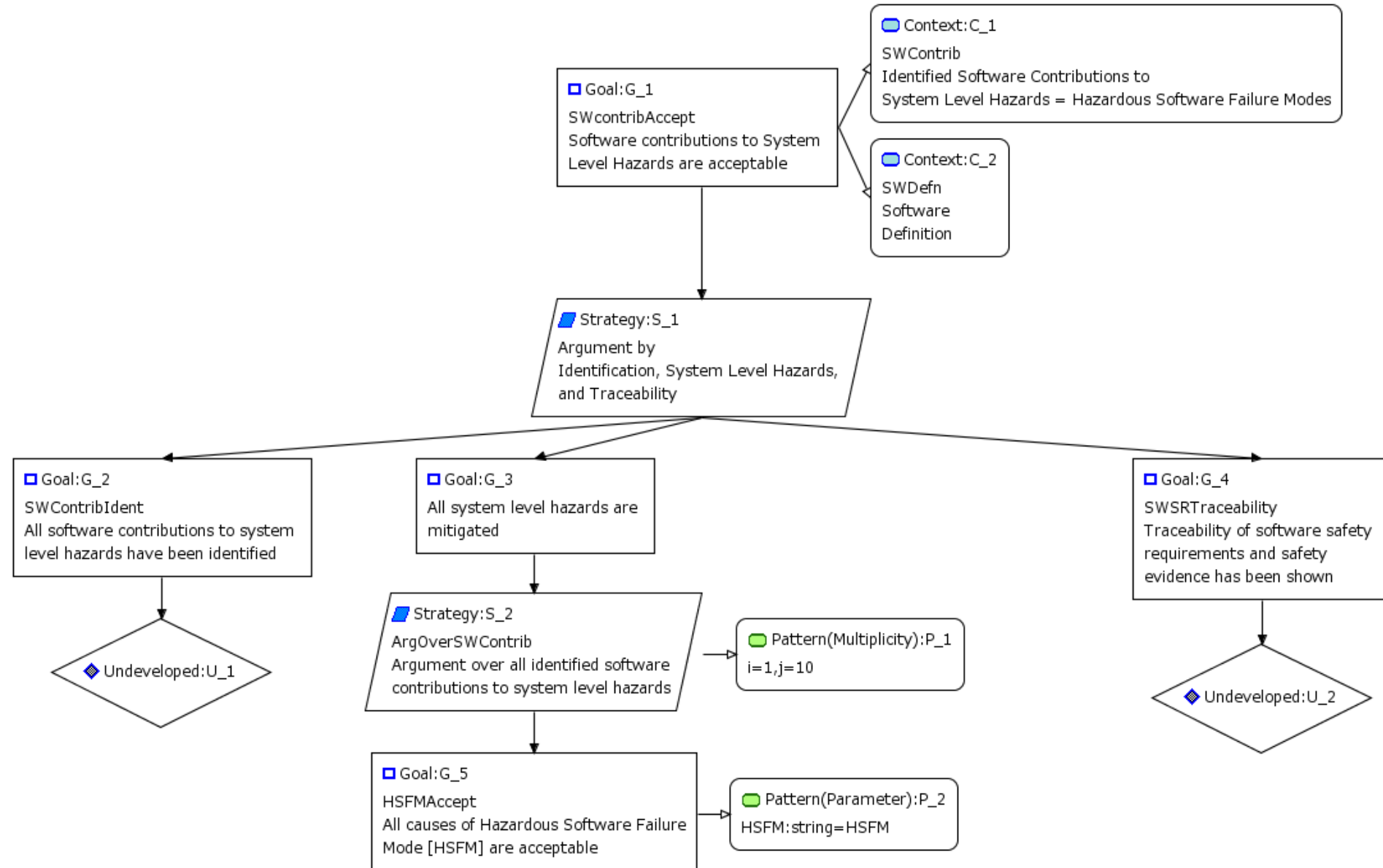


Hazardous Software Failure Mode Decomposition Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

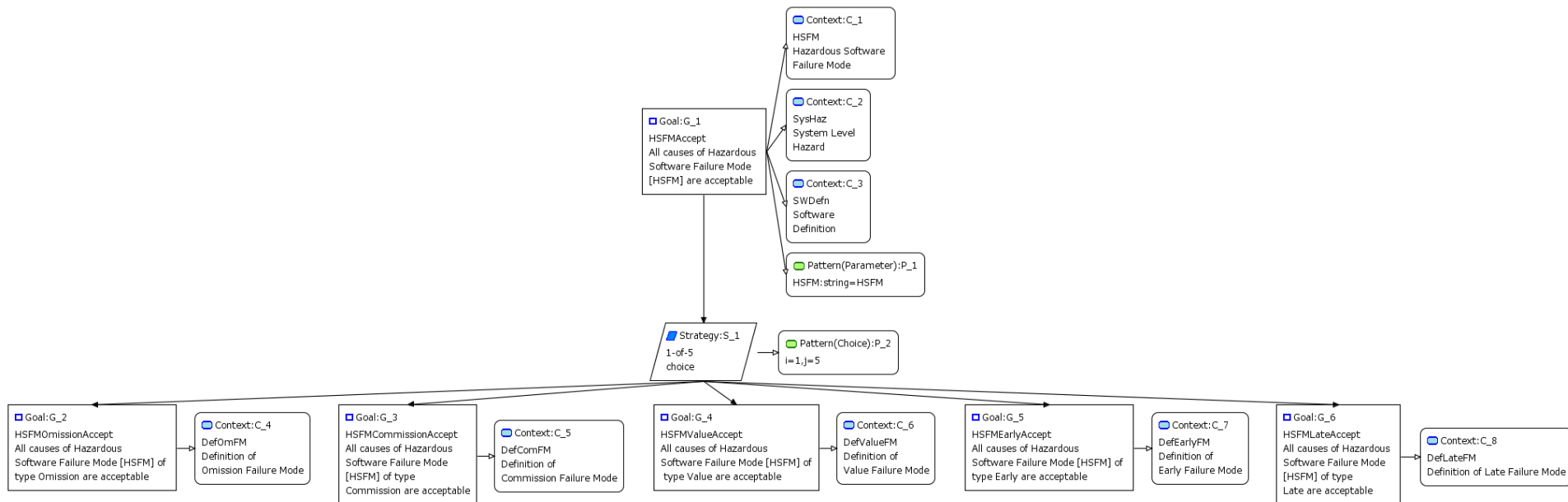


Hazardous Software Failure Mode Classification Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpd/ftpdir/reports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

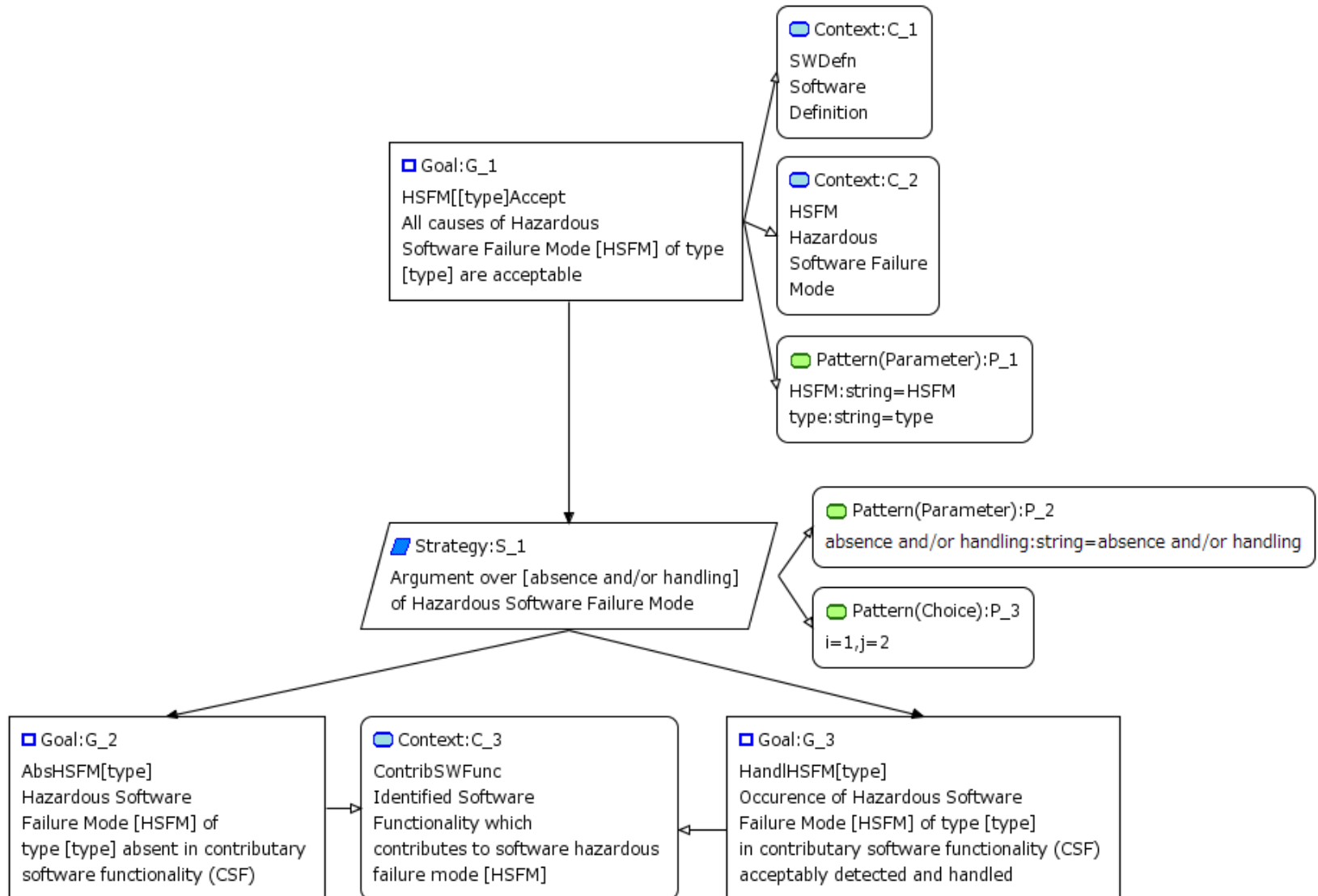


Software Argument Approach Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

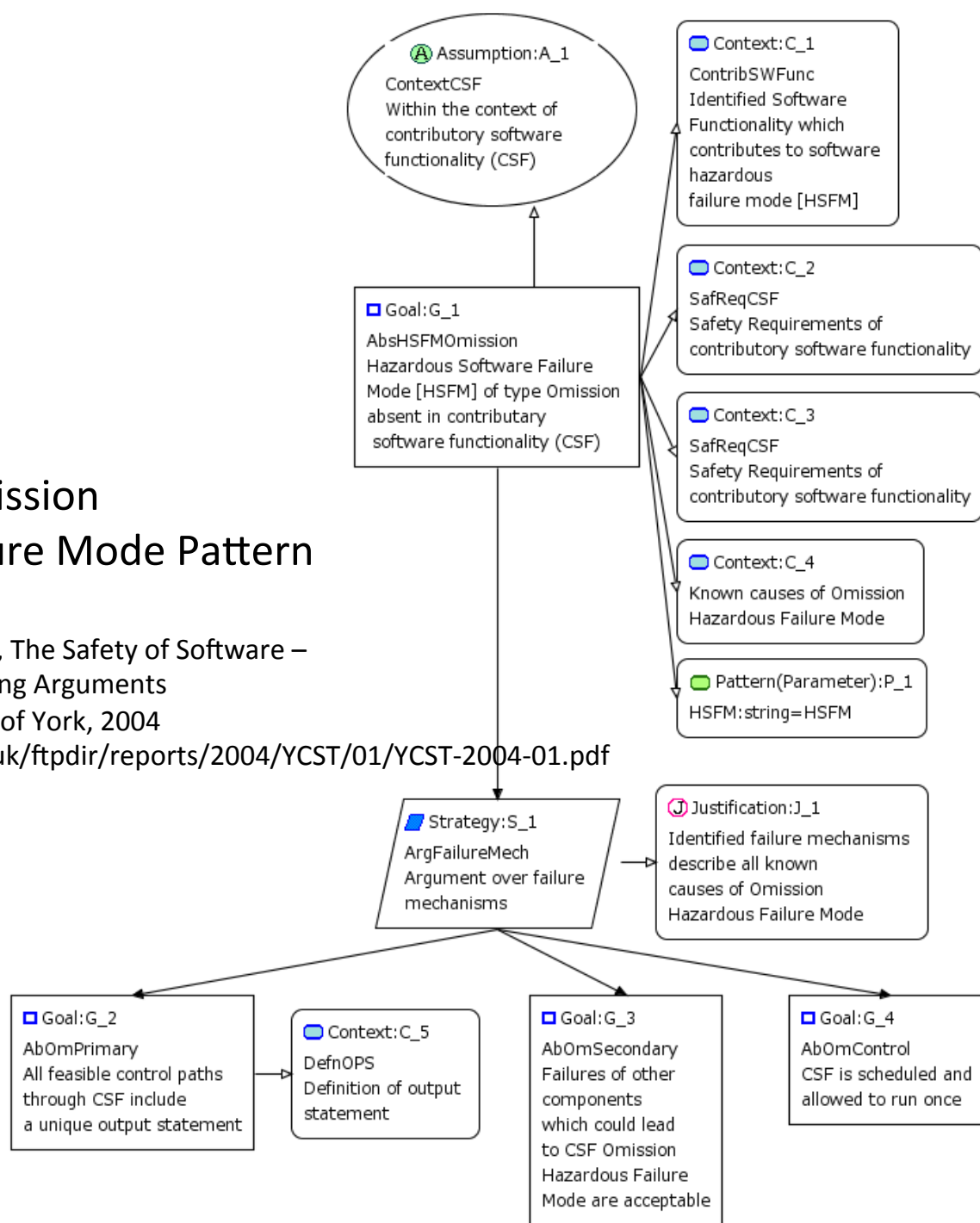


Absence of Omission Hazardous Failure Mode Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software –
Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdir/reports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>



Absence of Commission

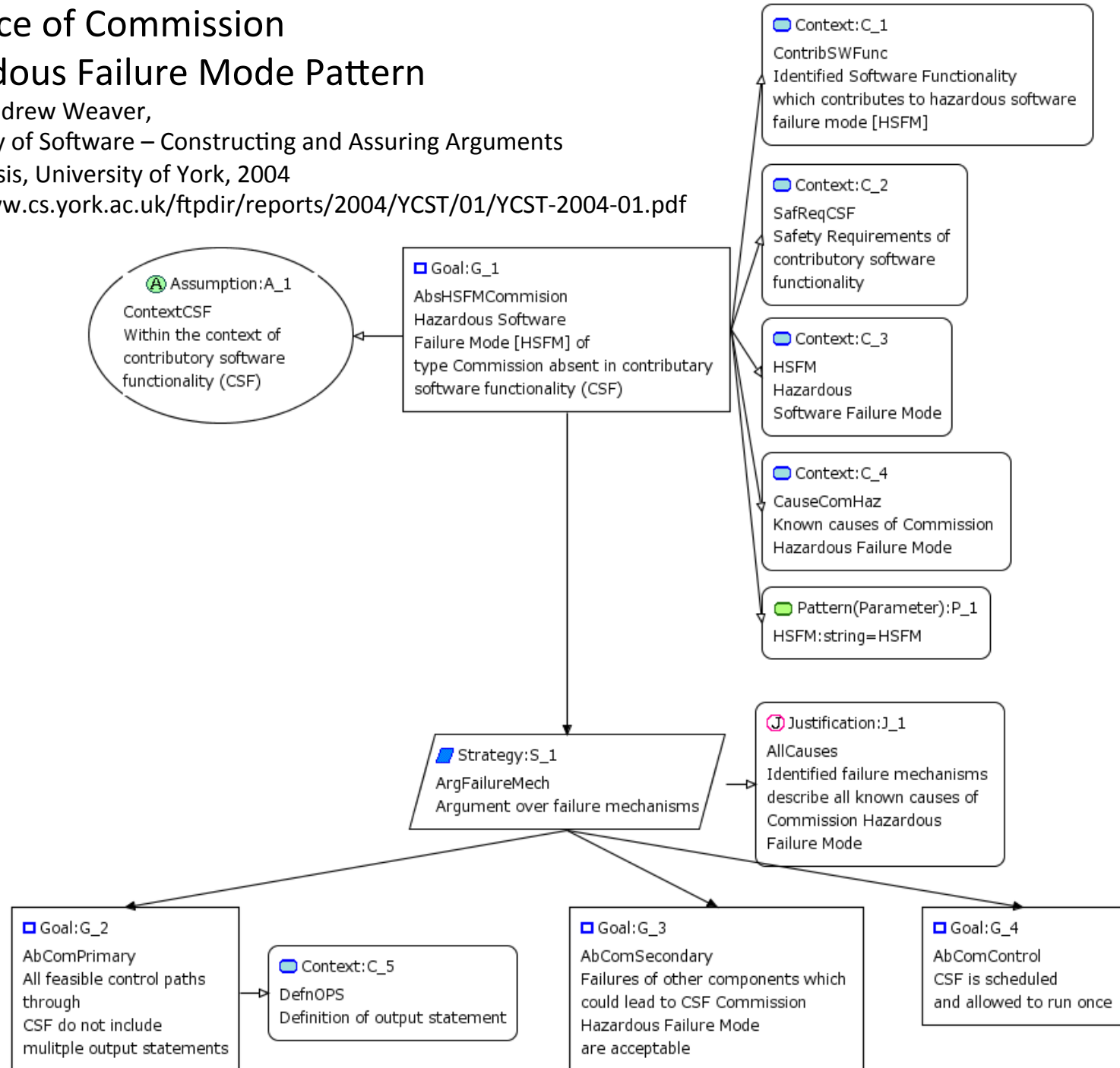
Hazardous Failure Mode Pattern

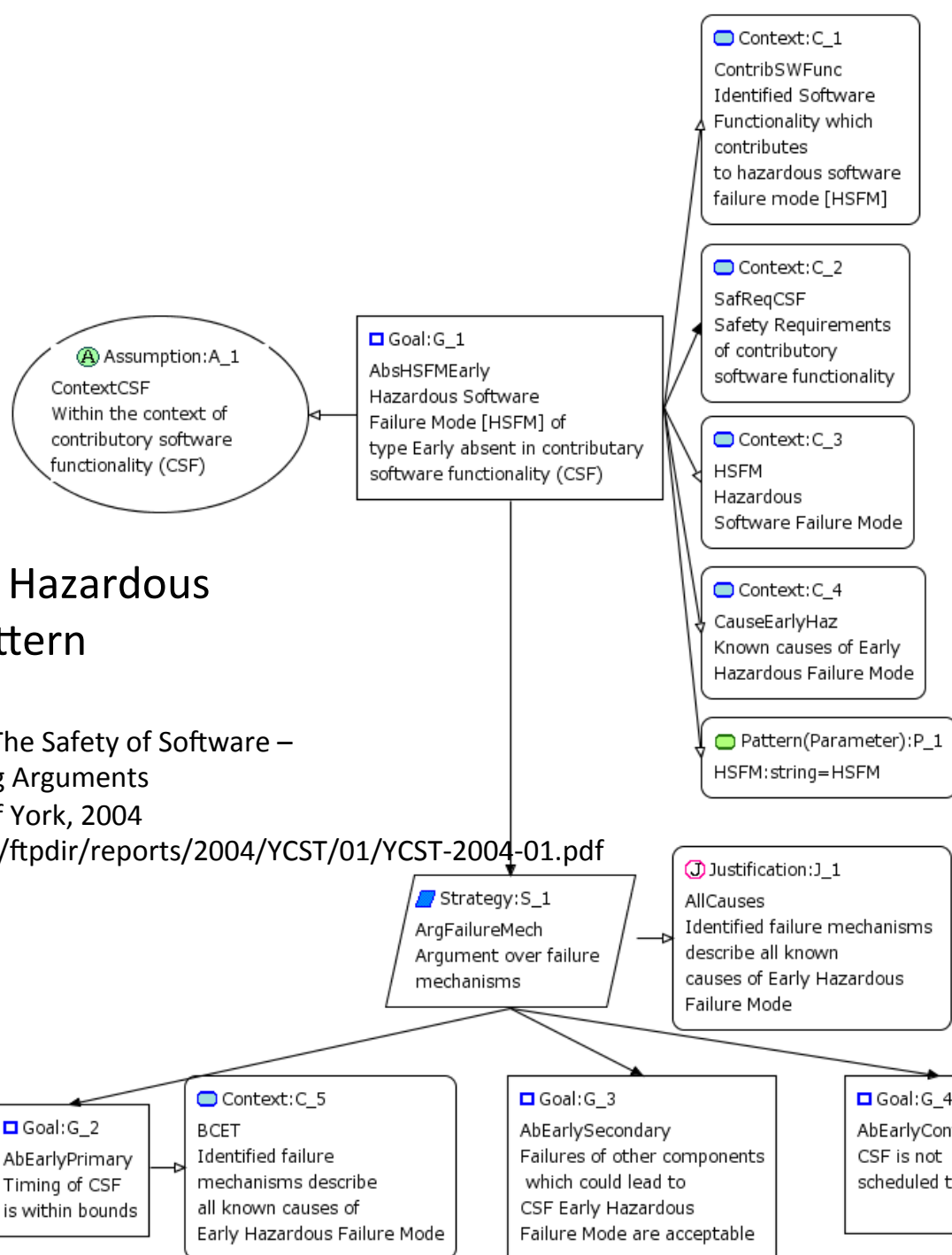
Robert Andrew Weaver,

The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

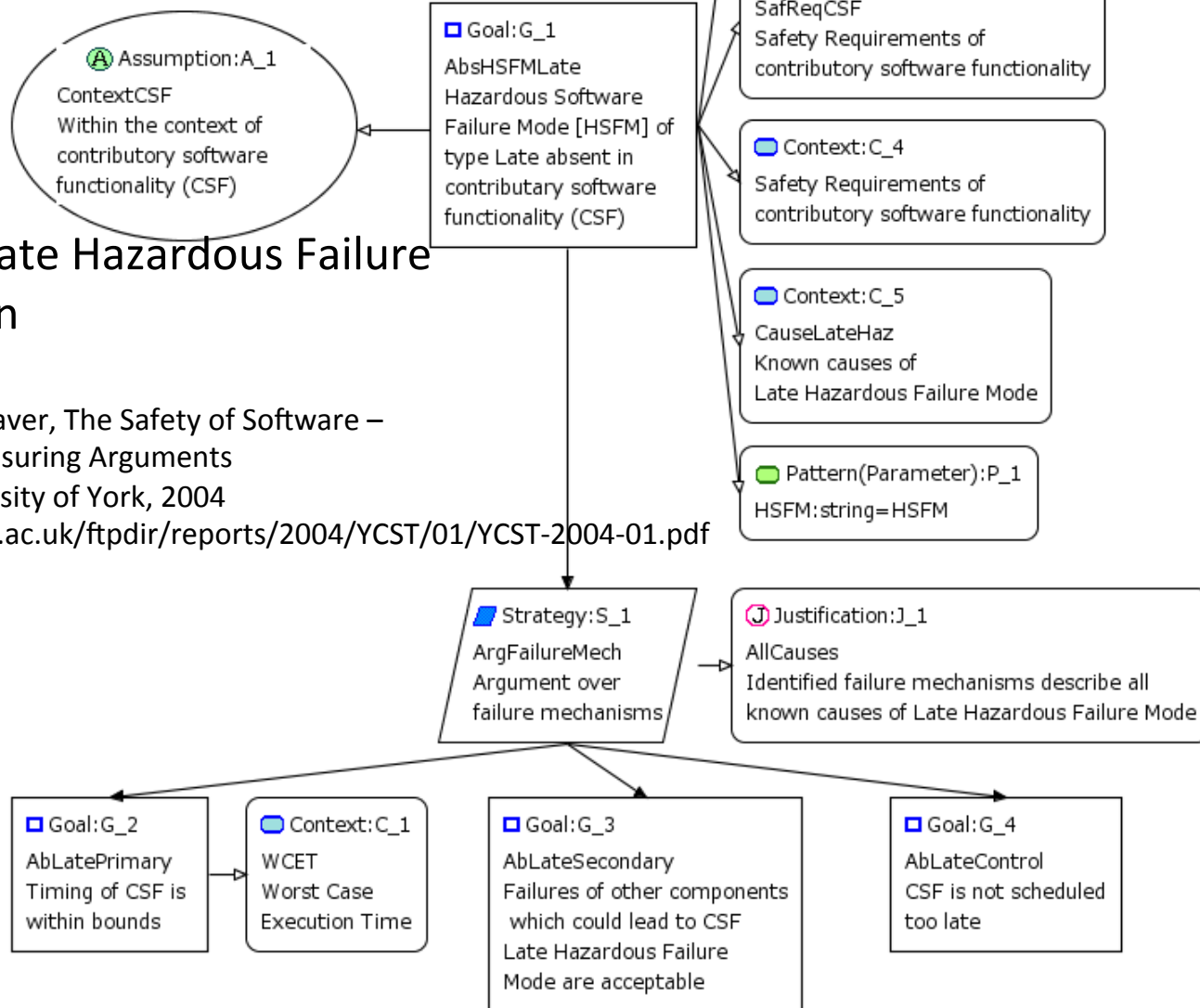
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdir/reports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>





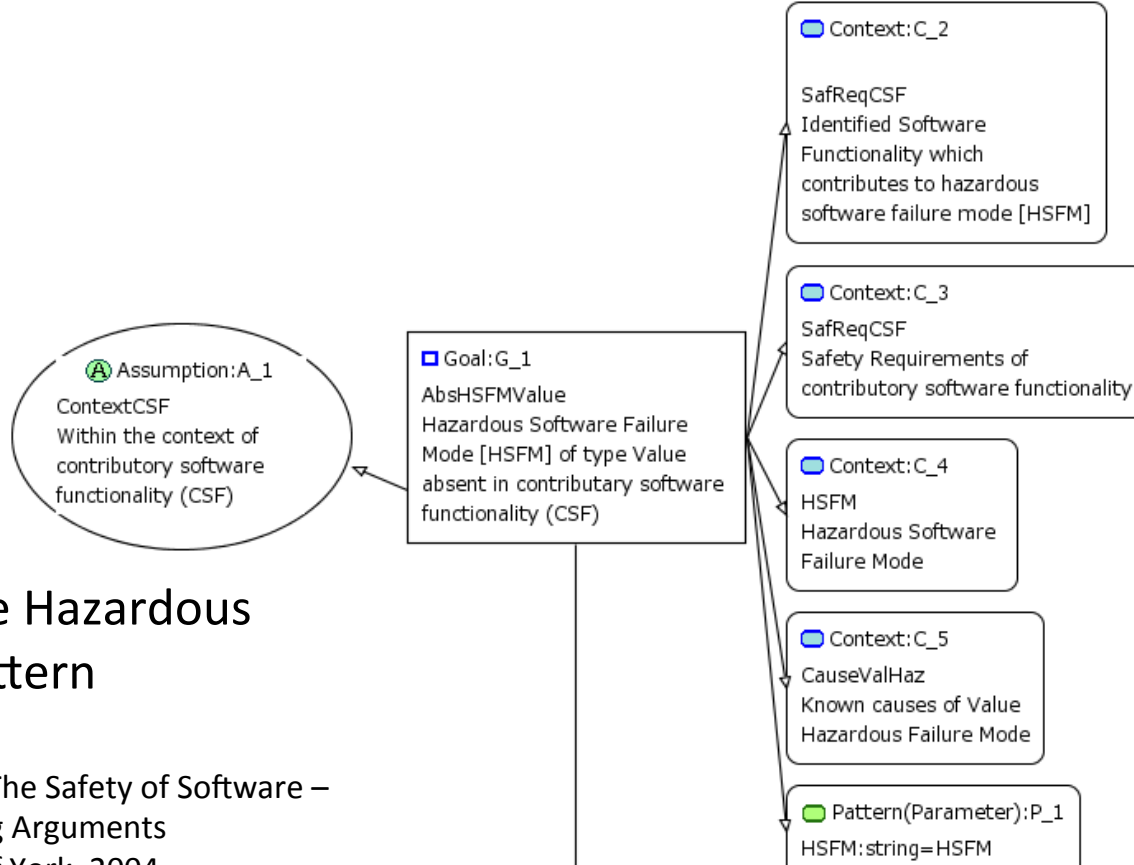
Absence of Early Hazardous Failure Mode Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments
 Ph.D. Thesis, University of York, 2004
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>



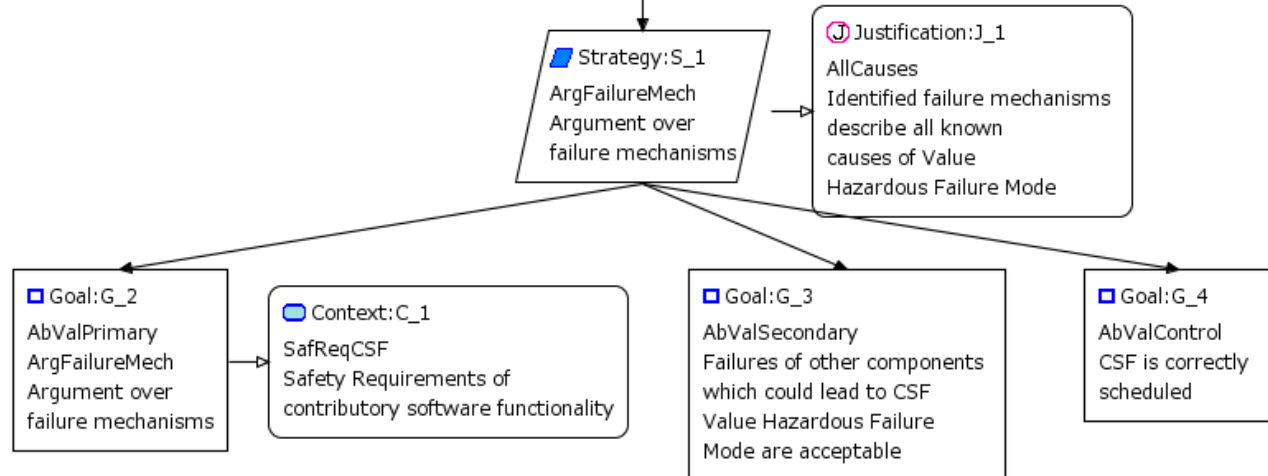
Absence of Late Hazardous Failure Mode Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments
 Ph.D. Thesis, University of York, 2004
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>



Absence of Value Hazardous Failure Mode Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments
 Ph.D. Thesis, University of York, 2004
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

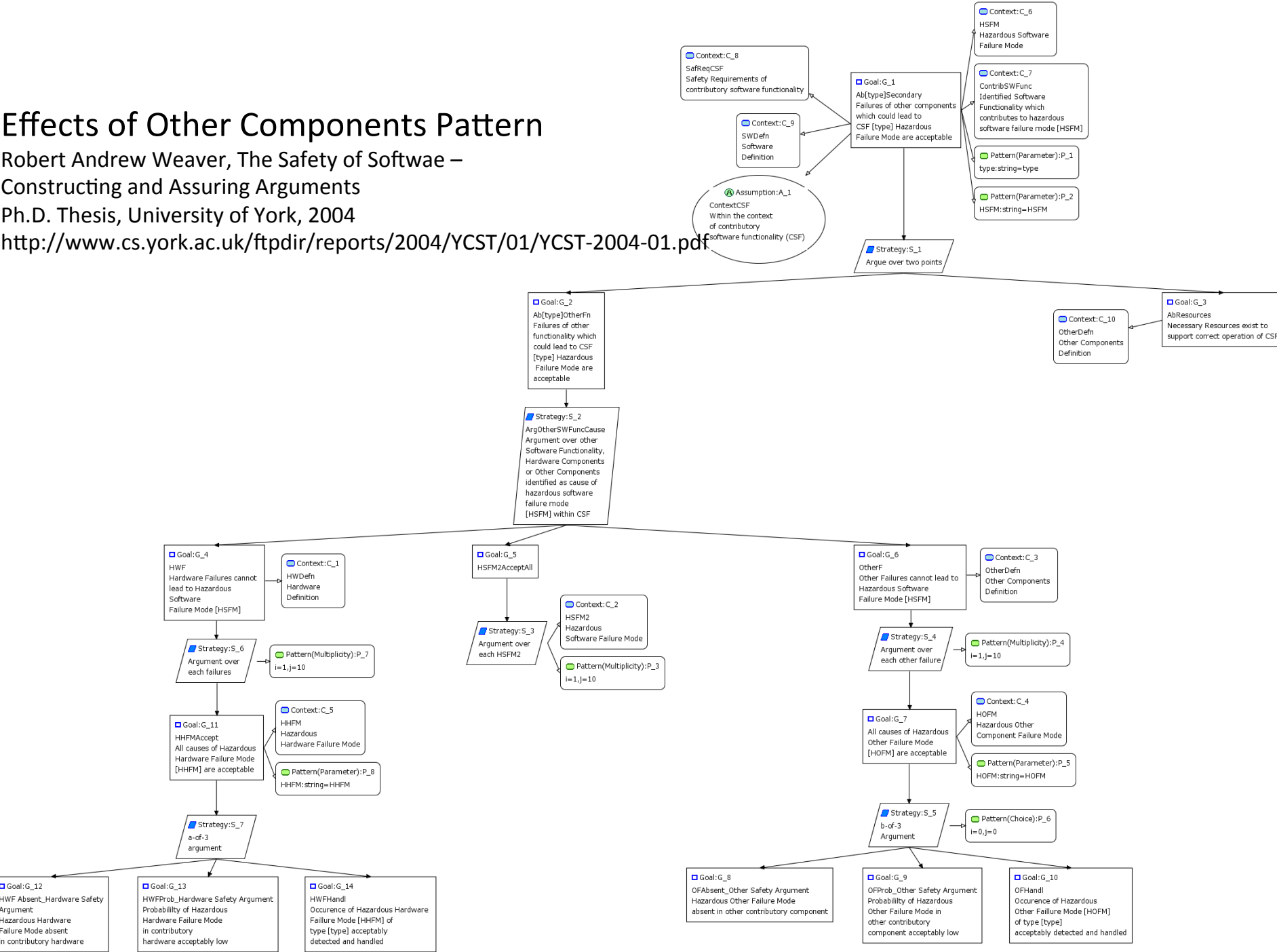


Effects of Other Components Pattern

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software –
Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

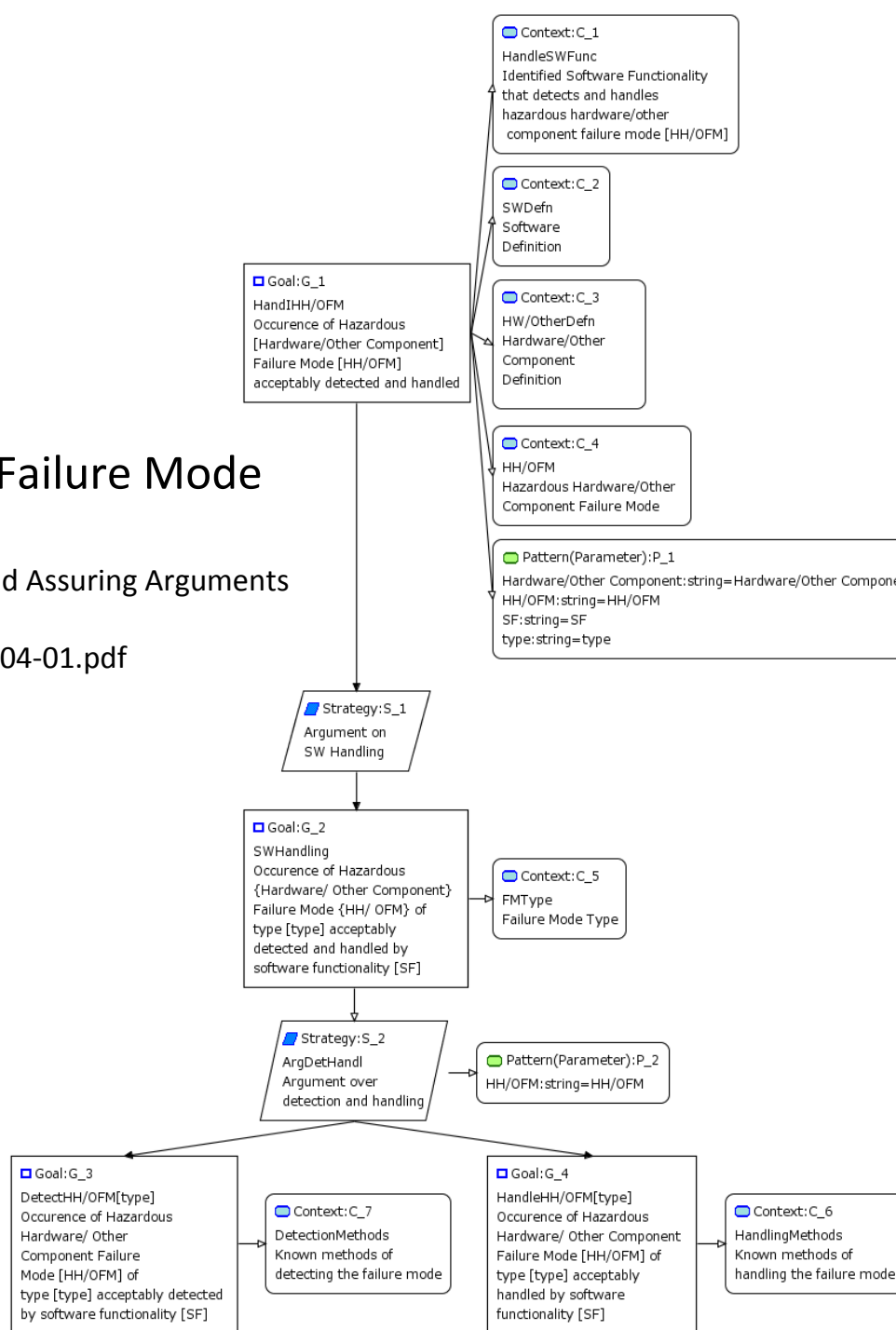


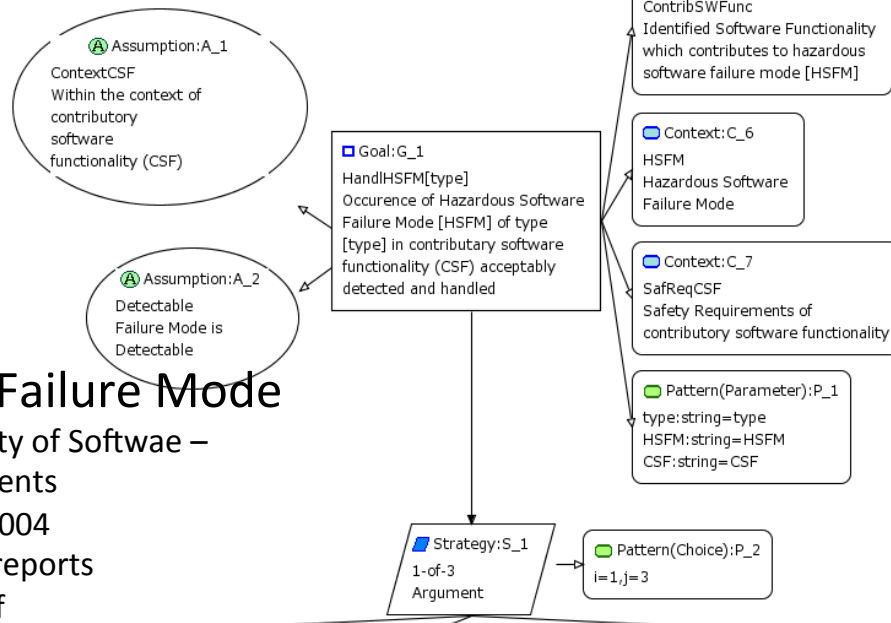
Handling of Hardware/Other Component Failure Mode

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software – Constructing and Assuring Arguments

Ph.D. Thesis, University of York, 2004

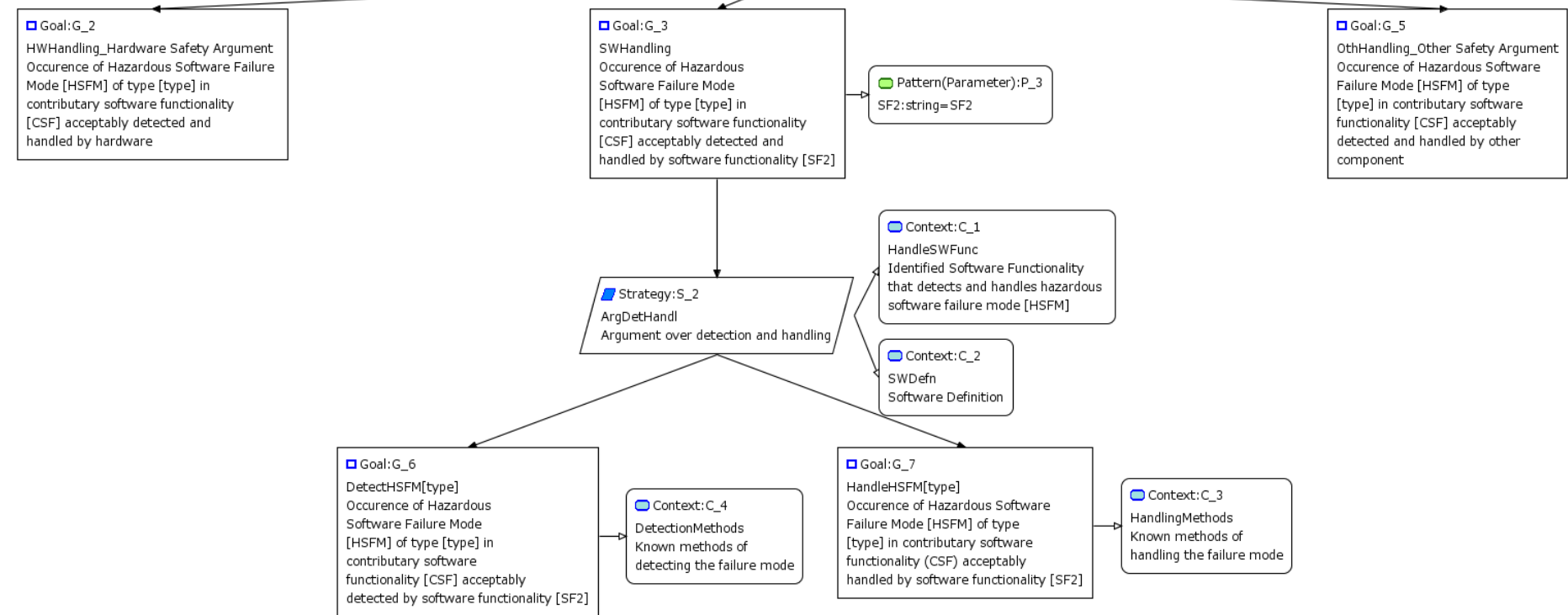
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>





Handling of Software Failure Mode

Robert Andrew Weaver, The Safety of Software –
Constructing and Assuring Arguments
Ph.D. Thesis, University of York, 2004
<http://www.cs.york.ac.uk/ftpdireports/2004/YCST/01/YCST-2004-01.pdf>

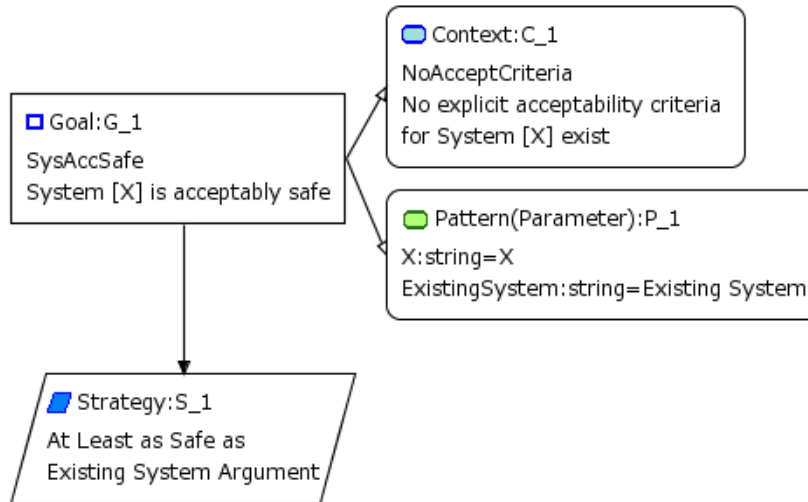


At Least As Safe Argument

Robert Alexander, Tim Kelly, Zeshan Kurd, and John McDermid. Safety cases for advanced control software: Safety case patterns. Technical report, Department of Computer Science, University of York, 2007.

システムX
は十分に
安全である

既存システムと
従来システム名
がパラメータ化
されている



Goal:G_2
ExistSysAccSafe
[Existing System]
was acceptably safe

Goal:G_3
System [X] sufficiently
similar
to [Existing System]
to merit comparison

Context:C_2
SuffSimilarDefn
Definition of 'sufficient' similarity

Goal:G_4
SysMeetsExistTargets
System [X] meets or exceeds
safety targets requirements
implied by [Existing System] Safety Record

Context:C_3
ExistTargets
Safety targets implied by
[Existing System] Safety Record

既存の
システムは
安全

既存の
システムと
十分に類似
している

既存のシステムの
安全性記録に照らし合わせて、
対象システムは十分に、もしくは
それ以上に安全要求を満たしている

まとめ

- アシュアランスケース言語を形式的に定義、実装、オープンソース公開 www.dcase.jp
- 世界ではじめてGSNパターンをツールから利用可能にした
 - 従来は論文中で参照されていたのみ
- 今後の課題
 - ツール利用によるD-Caseパターン作製、共有、コスト低減の効果、有効性測定
 - モジュール利用によって、スケーラビリティがどの程度克服されるか