

# Software Design

## 7. Requirements Definition and Modeling

Natsuko Noda  
nnoda@shibaura-it.ac.jp

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

1

## Today's Topics

- Requirements definition
  - What is a requirement?
  - Requirements definition
- Requirement definition and modeling
  - Usage of use case

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

3

# ソフトウェア設計論

## 7. 要求定義とモデリング

野田 夏子  
nnoda@shibaura-it.ac.jp

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

2

## 本日のお題

- 要求定義
  - 要求とは?
  - 要求定義
- 要求定義とモデリング
  - ユースケースの利用

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

4

## Question

- When and for what purpose do we develop use cases (use case diagram and use case descriptions)?

→ Today's lecture will give you the answer of this question.

## Requirements Definition

## 質問

- いつどんな目的でユースケース(ユースケース図、ユースケース記述)は作るのか?

→ 今日の内容は、この質問への答え(答えへのヒント)になる

## 要求定義

## Requirements Definition

- When we develop software, we must clarify **what we want to build** at first.
- Requirements definition is the first step of software development, and the activity to define software requirements.

## 要求定義

- ソフトウェアを作る時には、**何を作りたいのか**を最初に明確にしなければならない
- 要求定義は、ソフトウェア開発の出発点であり、ソフトウェア要求を定義する活動のことである

## Requirement

- A condition or capability needed by a user to solve a problem or achieve an objective.
- A condition or capability that must be met or possessed by a system, system component, product, or service to satisfy an agreement, standard, specification, or other formally imposed documents.
- A documented representation of a condition or capability as in above.

## 要求

- 問題を解決したり目標を達成したりするためにユーザが必要とする条件や能力
- 契約、標準、仕様、その他の正式に課せられた文書に適合するために、システム、システムコンポーネント、あるいはサービスが合致しなければならない条件や所有しなければならない能力
- これらを記述した文書を、要求ということもある

## Types of requirements

- Requirements are categorized into two categories;
  - **Functional** requirements (FRs)
  - **Non-functional** requirements (NFRs)

## 要求の種類

- 要求は以下の2つに分類される
  - 機能要求 **Functional** requirements (FRs)
  - 非機能要求 **Non-functional** requirements (NFRs)

## Functional Requirements

- **Functional** requirements (FRs) are requirements related to the services that the software must provide.
  - how the system should react to particular inputs and how the system should behave in particular situations.
- Ex. (for online shopping software) the payment results shall be output, when the order and credit information are input.

## 機能要求

- **機能**要求 (FRs)はソフトウェアが提供するサービスに関する要求
  - 特定の入力に対してどう反応するか、特定の状況においてどう振舞うか
- 例. (オンラインショッピングのソフトウェアに対して) 注文情報とクレジット情報が入力されたら、決済結果を出力してほしい

## Non-functional Requirements

- **Non-functional** requirements (NFRs) are requirements other than functional requirements.
- Ex. (for online shopping software) the payment results shall be output in 3 seconds.

## 非機能要求

- **非機能**要求(NFRs)は、機能要求以外の要求
- 例. (オンラインショッピングのソフトウェアに対して) 決済結果の出力は3秒以内に行ってほしい

## NFRs

- NFRs include
  - Quality requirements
    - Requirements for system quality
    - Timing constraints, constraints for security, ...
  - Constraints on design and development
    - Technical constraints on development methods, designated technologies, ...
  - Requirements on standards and/or laws and regulations
- NFRs often conflict each other.
  - We have to clarify the trade-offs between them.
- NFRs are critical; if these are not met, the system is useless!

## NFRs

- 非機能要求は以下を含む
  - 品質要求
    - システムの品質に関する要求
    - タイミング制約、セキュリティに関する制約、...
  - 設計開発制約
    - 開発手法や利用技術の指定等、技術的な側面における制約
  - 法令・標準要求
    - 遵守すべき法令や適合すべき標準等
- 非機能要求はしばしば互いに矛盾する
  - それらの間にあるトレードオフを明確にする必要がある
- 非機能要求は非常に重要
  - それらが満たされなければ、システムが無用に！

## Stakeholder

- A stakeholder is a person, group, or organization that is affected by the system or affects the system
- A stakeholder may be:
  - a user, a person that orders the system development, a developer, a salesperson, a maintainer, an external system that communicates with the system, a group affected indirectly, ...
- It is important to make clear who are stakeholders and make clear requirements from each of the stakeholders; sometimes they conflict each other

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

21

## ステークホルダ

- ステークホルダとは、システムによって影響を受ける、あるいはシステムに影響を与える人、グループ、組織
- ステークホルダには...
  - ユーザ、システム開発を発注する人、開発者、システムを販売する人、保守する人、システムとやりとりする外部システム、間接的に影響を受ける人やグループ等々、様々な人・組織・ものが含まれる
- 誰がステークホルダか、またそれぞれのステークホルダの立場からの要求を明らかにすることが重要である。場合によってはこれらは背反する

cf. SE-J, 4.1.3

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

22

## Quality requirements

- Requirements on software quality
- Quality model
  - Definitions of the set of characteristics and their relationships that provide the basis for quality requirements and quality assessment.
  - Internationally standardized.
- ISO/IEC 25000 series standardizes various software qualities.
  - called SQuaRE (=Software product Quality Requirements Evaluation)

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

23

## 品質要求

- ソフトウェア品質に関する要求
- 品質モデル
  - 品質要求および品質評価の基礎を与えるような特性の集合および特性間の関係の定義
  - 国際的に標準化されている
- ISO/IEC 25000 シリーズが様々なソフトウェア品質の標準を規定している
  - SQuaRE (=Software product Quality Requirements Evaluation) と呼ばれる

cf. SE-J, 4.1.4

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

24

## Quality model of ISO/IEC 25010

- **Quality in use model**
  - composed of five characteristics that related to the outcome of interaction when a product is used in a particular context of use.
- **Product quality model**
  - composed of eight characteristics that relate to static properties of software and dynamic properties of the computer system.

## Requirements Definition

## ISO/IEC 25010の品質モデル

- **利用時の品質**
  - システムを利用することによる目標達成の度合いに関する品質。5つの特性から構成される
- **製品品質**
  - ソフトウェアやシステムそのものの品質。8つの特性から構成され、それぞれはさらに副特性から構成される

## 要求定義

## Requirements definition

- Activity to make clear requirements for target software.
- Outcome is "requirements specification"
- **Requirements specification: An explicit description of the requirements for the software**
  - Description; that is a document
  - Requirements specification also means the process of writing down the requirements.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

29

## 要求定義

- 対象となるソフトウェアに対する要求を明確にする作業
- 出力(成果物)は"要求仕様"
- **要求仕様: ソフトウェアの要求の明示的な記述**
  - 記述、つまりそれは文書
  - Requirements specification といった場合には、要求を書き下すプロセスのことも意味する

cf. SE-J, 4.1.5

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

30

## Requirements definition

- Requirements definition is difficult.
  - It is a start point for software development. Very important, but no specific input.
  - Communication among various stakeholders is needed.
  - What are true requirements? Often stakeholders do not clearly understand their requirements.
  - There may be (very often) conflicts between requirements.
  - System boundaries are often ambiguous.
  - Requirements change!

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

31

## 要求定義

- **要求定義は難しい**
  - ソフトウェア開発の出発点である。非常に重要であるが、特定の入力がない
  - 様々なステークホルダ間のコミュニケーションが必要とされる
  - 真の要求は何か？ しばしばステークホルダ自身も自分の要求が何かわかっていない
  - 要求は (かなりしばしば)相互に対立・背反する
  - システム境界が不明確であることも多い
  - 要求は変化する！

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

32



## Processes for Requirements definition

- Requirements elicitation
  - elicit hidden requirements of users.
- Requirements analysis
- Specifying requirements
  - specify requirements and make specification documents.
- Requirements verification, validation and evaluation
  - make sure requirements are complete and consistent.
- Requirements management
  - manage the change of requirements.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

33

## 要求定義のプロセス

- 要求獲得
  - ユーザの隠れた要求を獲得する
- 要求分析
- 要求仕様化Specifying requirements
  - 要求を特定し、仕様書を作る
- 要求の検証、妥当性確認、評価
  - 要求が完全であり矛盾がないことを確認する
- 要求の管理
  - 要求の変化を管理する

cf. SE-J, 4.1.6

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

34

## Techniques for requirements elicitation

- Interview
  - interviews to stakeholders. There are structured interviews (questions and choices for questions are decided in advance), semi-structured interviews (almost structured, but with some flexibilities), and unstructured interview (no prepared questions).
- Questionnaire
  - enquete in written forms.
- Workshop
  - interactive discussion with various stakeholders.
- Observation
  - getting information related software requirements by observing existing systems and/or stakeholders.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

cf. SE-J, 4.2.1

35

## 要求獲得のための技術

- インタビュー
  - ステークホルダへのインタビュー。構造化インタビュー (質問と回答があらかじめ決められている)、半構造化インタビュー (ほぼ構造化であるが柔軟性を持つ)、そして非構造化インタビュー (質問を準備しない)がある
- アンケート
  - 記述形式によるアンケート
- ワークショップ
  - 様々なステークホルダ間のインタラクティブな議論
- 観察
  - ステークホルダや現状のシステムを観察することで要求に関わる情報を得る

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

cf. SE-J, 4.2.1

36

## Idea making support

- Supporting making ideas and making them in order.
- Useful for requirements elicitation and requirements analysis.
- Techniques:
  - Brainstorming
  - KJ method
  - Mind mapping
  - Prototyping

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

37

## 発想支援

- アイディアの創出や整理を支援
- 要求定義や要求分析にも利用できる
- 具体的な技術:
  - ブレインストーミング
  - KJ法
  - マインドマップ
  - プロトタイピング

cf. SE-J, 4.2.2

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

38

## Techniques for requirements analysis

- Consensus building
  - Unraveling conflicts and building consensus among stakeholders.
  - Various techniques:
    - Delfhi method
    - Analytic Hierarchy Process (AHP)
    - Win-Win approach
- Goal analysis
  - Goal: Intention about how the real world or the system should be
  - Some introduced notations and methods for analysis

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

39

## 要求分析のための技術

- 合意形成
  - 対立する意見を調整し解消してステークホルダ間の合意を作る
  - 様々な方法がある:
    - デルファイ法
    - 階層化意思決定法 (AHP)
    - Win-Win法
- ゴール分析
  - ゴール: 現実世界もしくはシステムがこうあってほしいという意図
  - 記法や分析のための手法が提案されている

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

40

# Goal Analysis

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

41

## ゴール分析

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

42

## Goal model

- Goals are decomposed into sub-goals.
- Two types of decomposition
  - AND-decomposition: all sub-goals must be satisfied in order to satisfy the super-goal.
  - OR-decomposition: satisfying one of the sub-goals is sufficient for satisfying the super-goal.
- By analyzing and organizing the relationships between these goals, it becomes clear what specific sub-goals need to be achieved in order to achieve the higher level goals upper goals

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

43

## ゴールモデル

- ゴールはサブゴールに分割される
- 2種類の分割
  - AND分割: 上位ゴールを満たすためには、すべてのサブゴールを満たさなければならない
  - OR分割: 上位ゴールを満たすためには、サブゴールの中の少なくともひとつを満たさなければならない
- このようなゴール間の関係を分析、整理することによって、上位ゴールを達成するために、具体的にはどのようなサブゴールを達成すべきかが明確になる

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

44

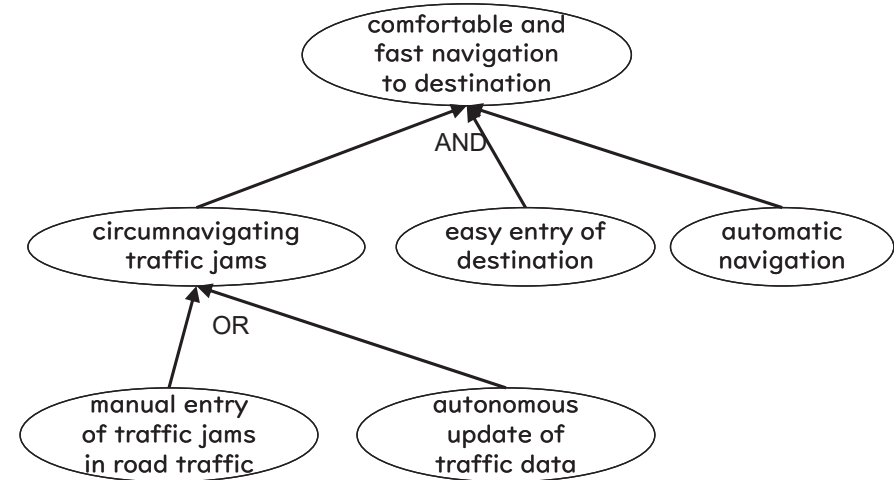
## Goal model

- Goal model is a model describing the hierarchy of goals and dependency/conflicts relationships between goals.
- In general, tree structured notations are used.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

45

## Example: Goal model



Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

47

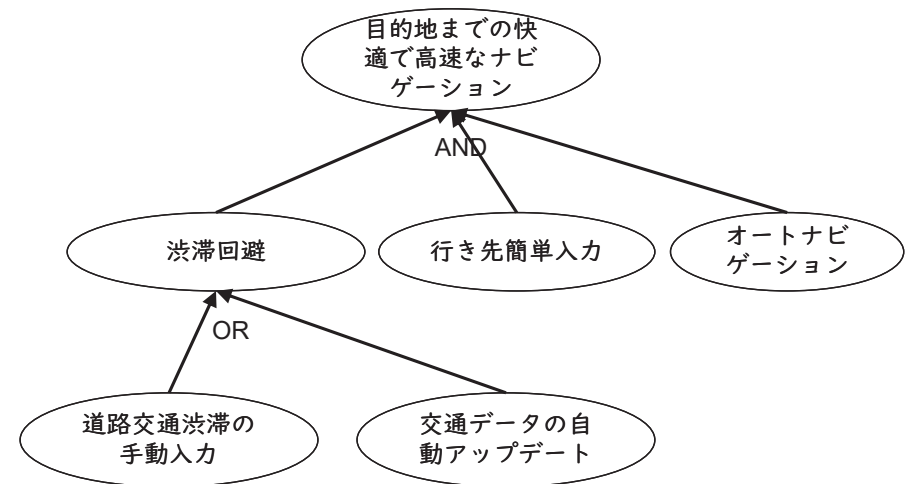
## ゴールモデル

- ゴールモデルは、ゴールとゴール間の関係や衝突の階層を記述するモデル
- 一般には、木構造が用いられる

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

46

## ゴールモデルの例

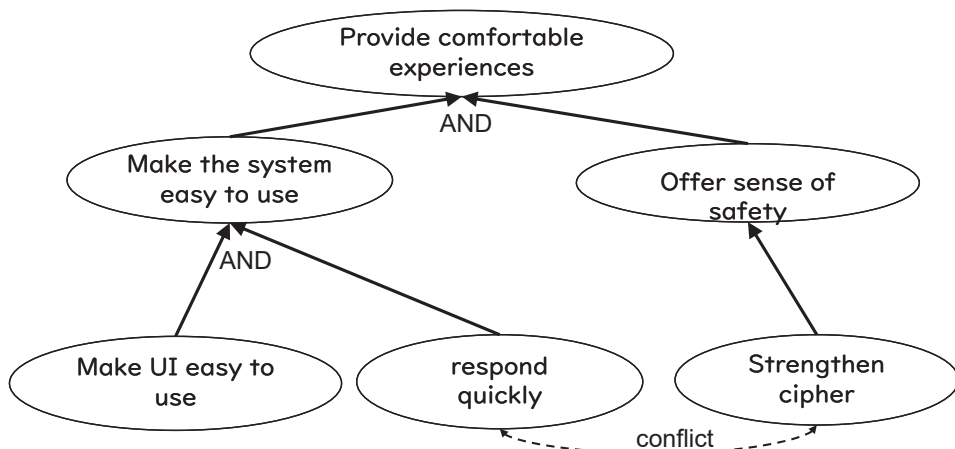


Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

48

## Conflict between goals

- Some sub-goals conflict with each other



Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

49

## Hard goal and soft goal

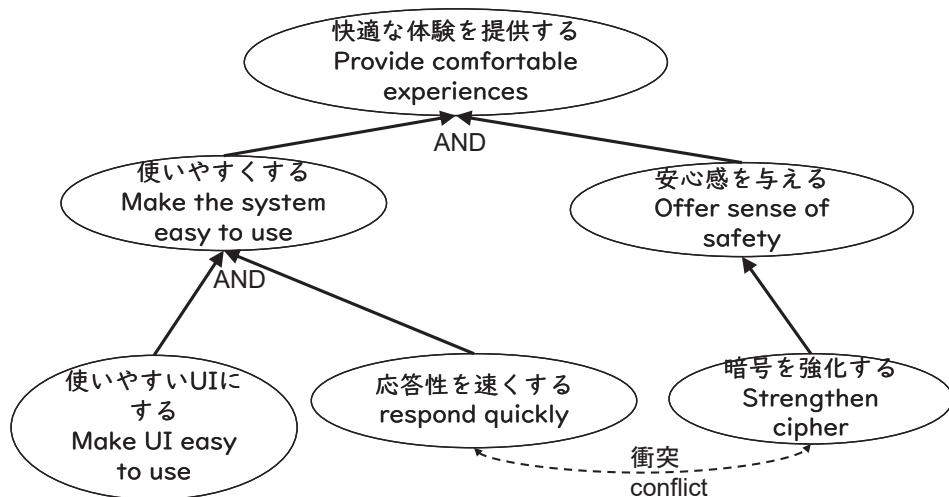
- Hard goal: a goal that the achievement can be clearly determined.
- Soft goal: a goal that the achievement cannot be clearly determined.
  - Quality requirements tend to be soft goals.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

51

## ゴール間の衝突

- サブゴールは衝突することもある



Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

50

## ハードゴール、ソフトゴール

- ハードゴール: 達成が明確に判断できるゴール
- ソフトゴール: 達成が明確に判断できないゴール
  - 品質要求はソフトゴールとなるものが多い

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

52

## Goal-oriented Requirements Analysis

- Goal-oriented requirements analysis is a general term for a method of acquiring, evaluating, consensus building, refining, structuring, documenting, analyzing, and evolving requirements by utilizing goals.
- Typical methods of goal-oriented requirements analysis:
  - KAOS
  - i\*

## Scenario and Use Case

## ゴール指向要求分析

- ゴール指向要求分析は、ゴールを活用することで要求の獲得、評価、合意形成、洗練、構造化、文書化、分析、進化などを行う手法の総称
- ゴール指向分析の代表的な手法:
  - KAOS法
  - i\*法

## シナリオとユースケース

## Scenario

- a series of events that occur sequentially or in parallel, described one by one in time series.
- a concrete description of how to use the system
  - Easy to understand
- Various scenarios exist for one system
  - A scenario is an example.
  - Listing all scenarios is impossible.
- Scenarios are used in the requirements definition.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

57

## Scenario description

- Various ways to describe scenario.
  - Narrative scenario: scenario description using a natural language
  - Structured scenario: scenario description using bullet points and other structuring techniques
- Scenario can be described using models
  - Sequence diagram
  - Activity diagram

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

59

## シナリオ

- 順次あるいは並行に起こる一連の出来事を1つずつ時系列に記述したもの
- システムの利用のされ方の具体的な記述
  - 理解しやすい
- 1つのシステムに対して様々なシナリオ
  - シナリオは例示
  - すべてのシナリオを列挙することは不可能
- シナリオを要求定義に使うことができる

cf. SE-J, p.87

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

58

## シナリオ記述

- シナリオの記述方法は様々
  - 叙述的なシナリオ: 生活言語を用いたシナリオ記述
  - 構造的なシナリオ: 箇条書きなどの構造化の手法を用いたシナリオの記述
- モデルを用いてシナリオを記述することもできる
  - シーケンス図
  - アクティビティ図

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

60

## Requirements and use cases

- A use case is a grouped scenarios.
- Use cases can be used for requirements analysis.
  - specifically, in requirements elicitation and requirements specification.
  - remember that use cases are external "services" of the system to the users.
  - inputs and outputs are clarified by use case modeling.
- Generally, use cases cannot describe non-functional requirements, because each use case corresponds to a function of the system.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

61

## Scenario and use case

- Use cases are in a middle between scenarios as concrete, straightforward examples and abstract, general requirements specifications.
- Use cases are used to capture the requirements from a somewhat coarse but systemic perspective, when goals and objectives are reduced to the specific system specifications that are necessary to achieve these goals/objectives.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

63

## 要求とユースケース

- ユースケースはグループ化されたシナリオ
- ユースケースを要求分析に用いることができる
  - 特に、要求獲得と要求仕様化に使い得る
  - ユースケースは、ユーザに対する外部的なサービスであったことに注意
  - ユースケースによるモデル化をすることで、入出力が明確になる
- それぞれのユースケースは機能に対応するため、ユースケースは一義的には非機能要求を記述できない

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

62

## シナリオとユースケース

- ユースケースは、具体的でわかりやすい例示としてのシナリオと、抽象的で一般的な要求仕様との中間的な立ち位置
- ゴールや目標を、その達成に必要な具体的なシステムの仕様へと落とし込む段階で、やや粗いがシステム視点で要求を捉えるために用いられる

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

64



# Requirements Specification

## Structure of requirements specification

- There are several templates of requirements specifications.
- One of them is IEEE std. 830. It defines a generic structure for a requirements document that must be instantiated for each specific system.

# 要求仕様

## 要求仕様の構造

- 要求仕様に関するいくつかのひな型(テンプレート)がある
- IEEE std. 830はそれらのひな型のひとつ。一般的な要求仕様書のひな型を定義している。これから具体的なそれぞれのシステムの仕様書が作られないといけない

# IEEE Std. 830

- 1. Introduction
  - 1.1. Purpose
  - 1.2. Scope
  - 1.3. Definitions, acronyms, and abbreviations
  - 1.4. References
  - 1.5. Overview
- 2. Overall description
  - 2.1. Product perspective
  - 2.2. Product functions
  - 2.3. User characteristics
  - 2.4. Constraints
  - 2.5. Assumptions
- 3. Specific requirements
- Appendixes
- Index

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

69

# IEEE Std. 830

- 1. Introduction (はじめに)
  - 1.1. Purpose (目的)
  - 1.2. Scope (適用範囲)
  - 1.3. Definitions, acronyms, and abbreviations (用語定義)
  - 1.4. References (参考文献)
  - 1.5. Overview (概要)
- 2. Overall description (全体概要)
  - 2.1. Product perspective (製品の概要)
  - 2.2. Product functions (製品の機能)
  - 2.3. User characteristics (利用者の特性)
  - 2.4. Constraints (制約事項)
  - 2.5. Assumptions (前提)
- 3. Specific requirements (詳細な要求仕様)
- Appendixes (付録)
- Index (索引)

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

70

# Guidelines for writing requirements

- Invent a standard format and use it for all requirements.
- Use language in a consistent way. Use "shall" for mandatory requirements, "should" for desirable requirements.
- Use text highlighting to identify key parts of the requirement.
- Avoid the use of computer jargon.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

71

# 要求文書化のためのガイドライン

- 標準フォーマットを作り、すべての要求に対して使用
- 言葉の使い方を統一
- テキストの強調表示を使用して、要求の主要部分を特定
- 業界用語の使用は避ける

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

72

## Check of requirements specification

- Requirements verification
  - Check that the requirements specification satisfies the required properties and that the description or structure is not defective.
- Requirements validation
  - Check that the requirements specification satisfies the requirements stakeholders expect.
- Requirements evaluation
  - Evaluate how good the requirements specification is. More precisely, evaluate what kinds of risks the requirements specification includes.

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

73

## Techniques of check

- Walk through, inspection
- Checklist
- Prototyping

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

75

## 要求仕様の確認

- 要求検証
  - 要求仕様が満たすべき特性を満たしているか、記述や構造に欠陥がないかを確認
- 要求妥当性確認
  - 要求仕様がステークホルダの期待している要求を満たしているかを確認
- 要求評価
  - 要求仕様の良さを評価。主要な項目としては要求のリスク。どういうリスクを含んでいるかを評価

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

74

## 確認のための技術

- ウォークスルー、インスペクション
- チェックリスト
- プロトタイピング

Copyright© Natsuko NODA, 2014-2024

76

## For your review

- What is a nonfunctional requirement?
- What is a quality model?
- What kinds of processes are needed to define requirements?
- How are use cases used for requirements definition?

## For your review

1. Decide if the following requirements are functional or non-functional:
  1. The software will be online ten hours a week
  2. The website shall allow a user to log in
  3. The user will be able to close the application window
  4. The user can use their passport to authenticate
  5. The system will log all errors
  6. The component should be made so it can meet JIS standards
  7. The game must be fun to play
2. Now, decide if the requirements above are good or bad, and why.

## For your review

- (日本語訳は省略)

## For your review

- (日本語訳は省略)