

ΕΠΛ362: Τεχνολογία Λογισμικού II

(μετάφραση στα ελληνικά των διαφανειών του βιβλίου Software Engineering, 9/E, Ian Sommerville, 2011)



Ενότητα 4 (κεφάλαιο 17) – Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

Οι διαφάνειες αυτές έχουν συμπληρωματικό και επεξηγηματικό χαρακτήρα και σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστούν το βιβλίο

Γιάννης Α. Παπαδόπουλος
Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου

1

Περιεχόμενα



- ✦ Συστατικά στοιχεία και μοντέλα συστατικών στοιχείων.
- ✦ Διαδικασίες τεχνολογίας λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων (Component-Based Software Engineering – CBSE).
- ✦ Σύνθεση συστατικών στοιχείων.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) – Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

2

Ανάπτυξη βάσει συστατικών στοιχείων



- ✦ Η τεχνολογία λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων (CBSE) είναι μία προσέγγιση ανάπτυξης λογισμικού η οποία βασίζεται στην επαναχρησιμοποίηση κάποιων οντοτήτων που λέγονται «συστατικά στοιχεία λογισμικού».
- ✦ Προέκυψε λόγω της αδυναμίας της αντικειμενοστρεφούς ανάπτυξης να υποστηρίξει αποτελεσματικά την επαναχρησιμοποίηση. Οι απλές κλάσεις αντικειμένων είναι εξαιρετικά λεπτομερείς και εξειδικευμένες.
- ✦ Τα συστατικά στοιχεία είναι πιο αφηρημένα από τις κλάσεις αντικειμένων και μπορούν να θεωρηθούν ως αυτόνομοι παροχείς υπηρεσιών. Μπορούν να υπάρξουν ως ανεξάρτητες οντότητες.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) – Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

3

Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων



- ✦ **Ανεξάρτητα συστατικά στοιχεία** που καθορίζονται πλήρως από τις διασυνδέσεις τους.
- ✦ **Πρότυπα συστατικών στοιχείων** τα οποία διευκολύνουν την ενοποίηση των στοιχείων αυτών.
- ✦ **Ενδιάμεσο λογισμικό** που παρέχει υποστήριξη λογισμικού για τη διαλειτουργικότητα των συστατικών στοιχείων.
- ✦ **Μία διαδικασία ανάπτυξης** η οποία είναι προσανατολισμένη στην επαναχρησιμοποίηση.

Σχεδιαστικές αρχές της τεχνολογίας λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων



- ✦ Εκτός από τα οφέλη της επαναχρησιμοποίησης, η τεχνολογία λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων βασίζεται σε ορθές σχεδιαστικές αρχές της τεχνολογίας λογισμικού:
 - Τα συστατικά στοιχεία είναι ανεξάρτητα και έτσι δεν παρεμβαίνει το ένα στη λειτουργία του άλλου.
 - Οι λεπτομέρειες υλοποίησης είναι κρυμμένες.
 - Η επικοινωνία των συστατικών στοιχείων διεξάγεται μέσω καλά ορισμένων διασυνδέσεων.
 - Οι πλατφόρμες των συστατικών στοιχείων είναι κοινόχρηστες και μειώνουν το κόστος της ανάπτυξης εφαρμογών.

Πρότυπα των συστατικών στοιχείων



- ✦ Υπάρχει ανάγκη να καθιερωθούν πρότυπα έτσι ώστε τα συστατικά στοιχεία να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να συνεργάζονται.
- ✦ Δυστυχώς, έχει καθιερωθεί ένας αριθμός από πρότυπα τα οποία είναι ανταγωνιστικά μεταξύ τους:
 - Enterprise Java Beans από την Sun.
 - COM και .NET από την Microsoft.
 - CCM από την CORBA.
- ✦ Στην πράξη αυτά τα πρότυπα έχουν εμποδίσει την εξάπλωση της CBSE γιατί είναι αδύνατο για συστατικά στοιχεία που έχουν αναπτυχθεί με βάση διαφορετικά πρότυπα να συνεργαστούν.

Προβλήματα της τεχνολογίας λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων



- ❖ **Εμπιστοσύνη στα συστατικά στοιχεία** – πως μπορεί ο χρήστης να εμπιστευθεί ένα συστατικό στοιχείο του οποίου ο πηγαίος κώδικας δεν είναι διαθέσιμος;
- ❖ **Πιστοποίηση συστατικών στοιχείων** – ποιος θα πιστοποιήσει την ποιότητα των συστατικών στοιχείων;
- ❖ **Πρόβλεψη αναδυόμενων ιδιοτήτων** – πως μπορούν να προβλεφθούν οι αναδυόμενες ιδιότητες των συνδυασμένων συστατικών στοιχείων;
- ❖ **Συμβιβασμοί στις απαιτήσεις** – πως μπορούμε να κάνουμε ανάλυση των συμβιβασμών μεταξύ των χαρακτηριστικών των διαφόρων συστατικών στοιχείων;

Συστατικά στοιχεία



- ❖ Τα συστατικά στοιχεία παρέχουν μία υπηρεσία χωρίς να λαμβάνουν υπόψη το περιβάλλον εκτέλεσής τους ή τη γλώσσα προγραμματισμού στην οποία βασίζεται το περιβάλλον αυτό.
 - Το συστατικό στοιχείο είναι μία ανεξάρτητη εκτελέσιμη οντότητα η οποία μπορεί να απαρτίζεται από ένα ή περισσότερα εκτελέσιμα αντικείμενα.
 - Η διασύνδεση του συστατικού στοιχείου δημοσιοποιείται, οπότε όλες οι αλληλεπιδράσεις γίνονται μέσω αυτής της δημόσιας διασύνδεσης.

Ορισμοί του όρου «συστατικό στοιχείο»



- ❖ **Councill and Heinmann:**
 - *Συστατικό στοιχείο λογισμικού είναι ένα στοιχείο λογισμικού το οποίο συμμορφώνεται με ένα μοντέλο συστατικών στοιχείων, και μπορεί να διανεμηθεί και να συνδυασθεί ανεξάρτητα χωρίς τροποποιήσεις, σύμφωνα με κάποιο πρότυπο σύνθεσης.*
- ❖ **Szyperski:**
 - *Συστατικό στοιχείο λογισμικού είναι μία μονάδα σύνθεσης η οποία διαθέτει αποκλειστικά διασυνδέσεις καθορισμένες μέσω συμβάσεων και ρητές εξαρτήσεις περιβάλλοντος. Το συστατικό στοιχείο λογισμικού μπορεί να διανεμηθεί ανεξάρτητα και να συνδυαστεί με άλλα στοιχεία από τρίτους.*

Χαρακτηριστικά συστατικών στοιχείων (α)



Χαρακτηριστικό συστατικών στοιχείων	Περιγραφή
Τυποποιημένο.	Τυποποίηση συστατικών στοιχείων σημαίνει ότι ένα συστατικό που χρησιμοποιείται σε μία διαδικασία CBSE πρέπει να ακολουθεί κάποιο τυποποιημένο μοντέλο. Το μοντέλο αυτό μπορεί να ορίζει τις διασυνδέσεις του συστατικού στοιχείου, τα μεταδιδόμενα του, την τεκμηρίωση, τον τρόπο σύνθεσης και τον τρόπο διανομής.
Ανεξάρτητο.	Ένα συστατικό στοιχείο πρέπει να είναι ανεξάρτητο – η σύνθεση και η διανομή του πρέπει να μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς να απαιτείται κάποιο άλλο συγκεκριμένο συστατικό στοιχείο. Σε περιπτώσεις όπου το συστατικό στοιχείο χρειάζεται εξωτερικά παρεχόμενες υπηρεσίες, αυτές θα πρέπει να περιγράφονται με σαφήνεια σε κάποια προδιαγραφή απαιτήσεων διασύνδεσης.
Συνθέσιμο.	Για να είναι συνθέσιμο ένα συστατικό στοιχείο (δηλαδή, για να μπορεί να συνδυασθεί με άλλα στοιχεία σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα), όλες οι εξωτερικές αλληλεπιδράσεις πρέπει να λαμβάνουν χώρα μέσω δημόσια ορισμένων διασυνδέσεων. Επιπλέον, πρέπει να παρέχει εξωτερική πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τον εαυτό του, όπως οι μέθοδοι και οι ιδιότητές του.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

10

Χαρακτηριστικά συστατικών στοιχείων (β)



Χαρακτηριστικό συστατικών στοιχείων	Περιγραφή
Με δυνατότητα διανομής.	Για να μπορεί να διανεμηθεί ένα συστατικό στοιχείο, πρέπει να είναι αυτόνομο και να λειτουργεί ως αυτόνομη οντότητα σε μία πλατφόρμα η οποία υλοποιεί το μοντέλο συστατικών στοιχείων. Αυτό συνήθως σημαίνει ότι το συστατικό στοιχείο είναι διαδίκτο και δε χρειάζεται να μεταγλωττιστεί πριν τη διανομή του. Αν ένα συστατικό στοιχείο έχει υλοποιηθεί ως υπηρεσία, δεν χρειάζεται να διανεμηθεί από τον χρήστη του συστατικού στοιχείου αλλά από τον παροχέα της υπηρεσίας.
Τεκμηριωμένο.	Τα συστατικά στοιχεία πρέπει να είναι πλήρως τεκμηριωμένα, έτσι ώστε οι πιθανοί χρήστες να μπορούν να αποφασίσουν αν καλύπτουν τις ανάγκες τους ή όχι. Η σύνταξη και, στην ιδανική περίπτωση, η σημασιολογία όλων των διασυνδέσεων των συστατικών στοιχείων πρέπει να είναι καθορισμένη.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

11

Το συστατικό στοιχείο ως παροχέας υπηρεσίας



- ✦ Το συστατικό στοιχείο είναι μία ανεξάρτητη, εκτελέσιμη οντότητα. Δεν χρειάζεται ο μεταγλωττισμός της προτού χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα συστατικά στοιχεία.
- ✦ Οι υπηρεσίες που παρέχει το συστατικό στοιχείο διατίθενται μέσω μίας διασύνδεσης, οπότε όλες οι αλληλεπιδράσεις με το στοιχείο αυτό διεξάγονται μέσω αυτής της διασύνδεσης.
- ✦ Η διασύνδεση του συστατικού στοιχείου εκφράζεται μέσω παραμετροποιημένων λειτουργιών και η εσωτερική του κατάσταση δεν εκτίθεται ποτέ.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

12

Διασυνδέσεις συστατικού στοιχείου (α)

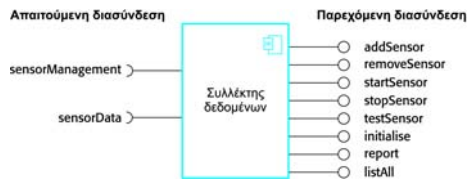


- ❖ Παρεχόμενη διασύνδεση (provides interface).
 - Ορίζει τις υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από κάθε συστατικό στοιχείο σε άλλα στοιχεία.
 - Η παρεχόμενη διασύνδεση είναι ουσιαστικά η API του συστατικού στοιχείου και ορίζει τις μεθόδους που μπορεί να καλέσει ο χρήστης του.
 - Συμβολίζεται με έναν κύκλο στο τέλος μίας γραμμής η οποία ξεκινάει από το εικονίδιο του συστατικού στοιχείου.
- ❖ Απαιτούμενη διασύνδεση (requires interface).
 - Καθορίζει ποιες υπηρεσίες πρέπει να παρέχονται στο συστατικό στοιχείο από άλλα στοιχεία του συστήματος, ώστε αυτό να λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του.
 - Αυτό δεν υποβαθμίζει την ανεξαρτησία ή την ευκολία διανομής του συστατικού στοιχείου, καθώς η διασύνδεση αυτή δεν καθορίζει πώς οι υπηρεσίες αυτές θα καταστούν διαθέσιμες στο στοιχείο.
 - Συμβολίζεται με ένα ημικύκλιο στο τέλος μίας γραμμής, η οποία ξεκινάει από το εικονίδιο του συστατικού στοιχείου.

Διασυνδέσεις συστατικού στοιχείου (β)



Ένα μοντέλο συστατικού στοιχείου για συλλογή δεδομένων

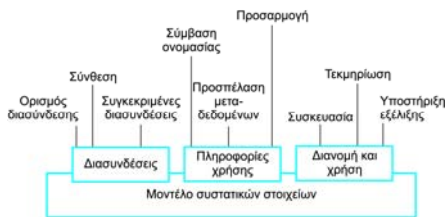


Μοντέλα συστατικών στοιχείων



- ✧ Ένα μοντέλο συστατικών στοιχείων ορίζει διάφορα πρότυπα για την υλοποίηση, την τεκμηρίωση και τη διανομή συστατικών στοιχείων.
- ✧ Παραδείγματα μοντέλων συστατικών στοιχείων:
 - Μοντέλο EJB (Enterprise Java Beans).
 - Μοντέλο COM+ (.NET μοντέλο).
 - Μοντέλο συστατικών στοιχείων Corba.
- ✧ Το μοντέλο συστατικών στοιχείων καθορίζει πως πρέπει να ορισθούν οι διασυνδέσεις καθώς και τους παράγοντες που θα συμπεριληφθούν στον ορισμό μίας διασύνδεσης.

Βασικοί παράγοντες ενός μοντέλου συστατικών στοιχείων



Κύριοι παράγοντες ενός μοντέλου συστατικών στοιχείων



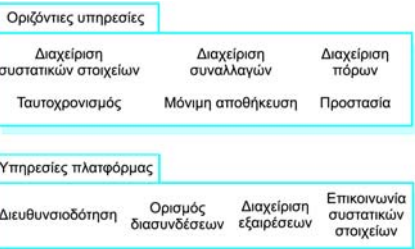
- ✧ Διασυνδέσεις.
 - Τα συστατικά στοιχεία ορίζονται βάσει των διασυνδέσεών τους. Το μοντέλο συστατικών στοιχείων καθορίζει πως πρέπει να ορισθούν οι διασυνδέσεις, καθώς και τους παράγοντες που πρέπει να συμπεριληφθούν σε ένα ορισμό διασύνδεσης, όπως τα ονόματα των λειτουργιών, οι παράμετροι και οι εξαιρέσεις.
- ✧ Χρήση.
 - Για να μπορούν τα συστατικά στοιχεία να κατανέμονται και να προσπελάζονται από απομακρυσμένες θέσεις, πρέπει να διαθέτουν ένα μοναδικό όνομα ή χειριστήριο (handle).
- ✧ Διανομή.
 - Το μοντέλο συστατικών στοιχείων περιλαμβάνει τον καθορισμό του τρόπου με τον οποίο θα πρέπει να συσκευαστούν τα συστατικά στοιχεία, για διανομή ως ανεξάρτητες εκτελέσιμες οντότητες.

Υποστήριξη ενδιάμεσου λογισμικού



- ✦ Τα μοντέλα συστατικών στοιχείων αποτελούν τη βάση για ενδιάμεσο λογισμικό συστήματος το οποίο παρέχει υποστήριξη για την εκτέλεση των συστατικών στοιχείων.
- ✦ Οι υλοποιήσεις των μοντέλων συστατικών στοιχείων παρέχουν:
 - Υπηρεσίες πλατφόρμας, που επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των συστατικών στοιχείων τα οποία έχουν δημιουργηθεί με βάση το εκάστοτε μοντέλο.
 - Υπηρεσίες υποστήριξης (οριζόντιες υπηρεσίες), που είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένες εφαρμογές και μπορεί να χρησιμοποιούνται από πολλά διαφορετικά συστατικά στοιχεία.
- ✦ Για να χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες που παρέχονται από ένα μοντέλο συστατικών στοιχείων, τα συστατικά στοιχεία διανέμονται σε έναν **υποδοχεία** (container). Αυτό είναι ένα σύνολο διασυνδέσεων οι οποίες χρησιμοποιούνται για την προσπέλαση των υλοποιήσεων των υπηρεσιών υποστήριξης.

Υπηρεσίες ενδιάμεσου λογισμικού που παρέχει ένα μοντέλο συστατικών στοιχείων

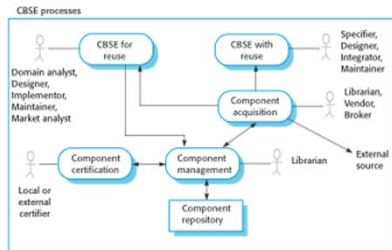


Διαδικασίες CBSE (α)



- ✦ Οι διαδικασίες CBSE είναι διαδικασίες λογισμικού που υποστηρίζουν τεχνολογία λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων.
 - Λαμβάνουν υπόψη τις πιθανότητες επαναχρησιμοποίησης και τις διαφορετικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη και χρήση επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών στοιχείων.
- ✦ Ανάπτυξη για επαναχρησιμοποίηση.
 - Η διαδικασία αυτή ασχολείται με την ανάπτυξη συστατικών στοιχείων ή υπηρεσιών τα οποία θα επαναχρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές. Συνήθως συνεπάγεται τη γενίκευση υπαρχόντων συστατικών στοιχείων.
- ✦ Ανάπτυξη με επαναχρησιμοποίηση.
 - Η διαδικασία αυτή ασχολείται με την ανάπτυξη νέων εφαρμογών με χρήση υπαρχόντων συστατικών στοιχείων ή υπηρεσιών.

Διαδικασίες CBSE (β)



Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

22

Διαδικασίες υποστήριξης



- ❖ Η απόκτηση συστατικών στοιχείων είναι η διαδικασία της προμήθειας συστατικών στοιχείων για επαναχρησιμοποίηση ή η ανάπτυξη επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών στοιχείων.
 - Δύναται να εμπλέκει την πρόσβαση σε συστατικά στοιχεία ή υπηρεσίες που έχουν αναπτυχθεί εσωτερικά σε έναν οργανισμό ή την εύρεσή τους από εξωτερικές πηγές.
- ❖ Η διαχείριση συστατικών στοιχείων αναφέρεται στη διαχείριση των επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών στοιχείων ενός οργανισμού με τρόπο που να εξασφαλίζει ότι αυτά θα αρχειοθετηθούν και αποθηκευθούν σωστά και θα είναι διαθέσιμα για επαναχρησιμοποίηση.
- ❖ Η πιστοποίηση συστατικών στοιχείων είναι η διαδικασία μέσω της οποίας ένα συστατικό στοιχείο ελέγχεται και πιστοποιείται ότι ικανοποιεί τις προδιαγραφές.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

23

CBSE για επαναχρησιμοποίηση



- ❖ Επικεντρώνεται στην ανάπτυξη συστατικών στοιχείων.
- ❖ Τα συστατικά στοιχεία που έχουν αναπτυχθεί για μία συγκεκριμένη εφαρμογή συνήθως πρέπει να μετατραπούν σε μία πιο γενική μορφή για να μπορέσουν να επαναχρησιμοποιηθούν.
- ❖ Η πιθανότητα επαναχρησιμοποίησης ενός συστατικού στοιχείου είναι μεγαλύτερη αν αυτό συσχετίζεται με μία σταθερή αφηρημένη έννοια ενός πεδίου εφαρμογής (επιχειρηματικό αντικείμενο).
- ❖ Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο οι σταθερές αφηρημένες έννοιες σχετίζονται με το θεμελιώδη σκοπό του – νοσοκόμες, ασθενείς, θεραπείες, κλπ.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

24

Ανάπτυξη συστατικών στοιχείων με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση



- ✦ Με τη γενίκευση υπάρχοντων συστατικών στοιχείων μπορούν να κατασκευαστούν ειδικά συστατικά στοιχεία με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους.
- ✦ Για να είναι επαναχρησιμοποιήσιμα τα συστατικά στοιχεία, πρέπει να:
 - Αντιπροσωπεύουν τις σταθερές αφηρημένες έννοιες του πεδίου εφαρμογής.
 - Αποκρύπτουν την αναπαράσταση των καταστάσεων.
 - Είναι όσο πιο ανεξάρτητα γίνεται.
 - Δημοσιοποιούν τις εξαιρέσεις μέσα από τη διασύνδεσή τους.
- ✦ Γίνεται συμβιβασμός μεταξύ της χρηστικότητας και της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης.
 - Όσο πιο γενική είναι η διασύνδεση, τόσο μεγαλύτερη η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, όμως μετά από την επαναχρησιμοποίηση η διασύνδεση είναι πιο περιπλοκή και επομένως λιγότερο χρηστική.

Αλλαγές με σκοπό τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης



- ✦ Αφαίρεση μεθόδων οι οποίες αφορούν αποκλειστικά τη συγκεκριμένη εφαρμογή.
- ✦ Αλλαγές ονομάτων ώστε να γίνουν πιο γενικά.
- ✦ Προσθήκη μεθόδων ώστε να παρέχεται πληρέστερη λειτουργική κάλυψη.
- ✦ Δημιουργία συνεπούς χειρισμού εξαιρέσεων για όλες της μεθόδους.
- ✦ Προσθήκη μίας διασύνδεσης διευθέτησης, η οποία θα επιτρέπει την προσαρμογή των συστατικών στοιχείων.
- ✦ Ενοποίηση απαιτούμενων συστατικών στοιχείων για βελτίωση της ανεξαρτησίας.

Χειρισμός εξαιρέσεων



- ✦ Τα συστατικά στοιχεία δεν πρέπει να χειρίζονται τα ίδια τις εξαιρέσεις, επειδή κάθε εφαρμογή θα έχει τις δικές της απαιτήσεις για το χειρισμό των εξαιρέσεων.
 - Αντίθετα, το συστατικό στοιχείο είναι απαραίτητο να ορίζει ποιες εξαιρέσεις μπορεί να προκύψουν και να τις δημοσιεύει ως τμήμα της διασύνδεσης.
- ✦ Στην πράξη όμως υπάρχουν εδώ δύο προβλήματα:
 - Η δημοσίευση όλων των εξαιρέσεων καθιστά τις διασυνδέσεις υπερμεγέθεις και κατ' επέκταση την κατανόησή τους δύσκολη με αποτέλεσμα να γίνεται αποτρεπτική η χρήση τους.
 - Η λειτουργία του συστατικού στοιχείου μπορεί να εξαρτάται από κάποιον τοπικό χειρισμό εξαιρέσεων και η αλλαγή αυτής της προσέγγισης είναι δυνατόν να έχει σοβαρές επιπτώσεις στη λειτουργικότητα του στοιχείου.

Συστατικά στοιχεία κληρονομημένων συστημάτων



- ✦ Τα υφιστάμενα κληρονομημένα συστήματα τα οποία εκπληρώνουν σημαντικές επιχειρηματικές λειτουργίες μπορούν να μετατραπούν σε συστατικά στοιχεία για επαναχρησιμοποίηση.
- ✦ Για να γίνει αυτό, απαιτείται η δημιουργία ενός περιβλήματος που αρχικά υλοποιεί τις παρεχόμενες και απαιτούμενες διασυνδέσεις και μετά προσπελάζει το κληρονομημένο σύστημα.
- ✦ Αν και αυτό κοστίζει αρκετά, είναι πολύ φθηνότερο από τη δημιουργία του κληρονομημένου συστήματος από μηδενική βάση.

Επαναχρησιμοποιήσιμα συστατικά στοιχεία



- ✦ Το κόστος ανάπτυξης επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών στοιχείων μπορεί να ξεπερνά το κόστος ανάλογων συστατικών στοιχείων ειδικής χρήσης. Το επιπλέον κόστος που αφορά τη βελτίωση της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης πρέπει να είναι κόστος που βαραίνει την επιχείρηση και όχι το εκάστοτε έργο.
- ✦ Τα συστατικά στοιχεία γενικής μορφής μπορεί να είναι λιγότερο αποδοτικά από άποψη απαιτήσεων σε αποθηκευτικό χώρο, ενώ επίσης ο χρόνος εκτέλεσής τους μπορεί να είναι μεγαλύτερος από το χρόνο εκτέλεσης των ισοδύναμων ανάλογων συστατικών στοιχείων ειδικής χρήσης.

Διαχείριση συστατικών στοιχείων



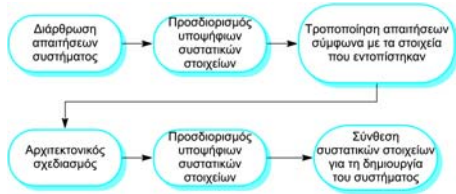
- ✦ Αναφέρεται στα ακόλουθα:
 - Τρόπος κατηγοριοποίησης των συστατικών στοιχείων έτσι ώστε να μπορούν να ανακαλυφθούν εύκολα.
 - Τρόπος που καθίστανται διαθέσιμα για χρήση μέσω της αποθήκευσής τους σε κάποιο αποθετήριο ή ως υπηρεσία.
 - Καταγραφή πληροφοριών για το πώς χρησιμοποιούνται.
 - Παρακολούθηση διαφορετικών εκδόσεών τους.
- ✦ Μία εταιρία που εφαρμόζει κάποιο πρόγραμμα επαναχρησιμοποίησης μπορεί να προβεί σε κάποιου είδους πιστοποίηση των συστατικών στοιχείων.
 - Συνήθως αυτό συνεπάγεται την εμπλοκή ενός ανεξάρτητου (από τον προμηθευτή του συστατικού στοιχείου) παράγοντα ο οποίος ελέγχει και πιστοποιεί την ποιότητα του στοιχείου.

CBSE με επαναχρησιμοποίηση



- ✦ Επικεντρώνεται στην εύρεση και εντοπίηση συστατικών στοιχείων.
- ✦ Κατά την επαναχρησιμοποίηση συστατικών στοιχείων, η πραγματοποίηση συμβιβασμών μεταξύ των ιδανικών απαιτήσεων και των υπηρεσιών που παρέχονται στην πράξη από τα διαθέσιμα συστατικά στοιχεία είναι ουσιώδης.
- ✦ Αυτό συνεπάγεται:
 - Την ανάπτυξη απαιτήσεων με τη μορφή διάρθρωσης.
 - Την αναζήτηση συστατικών στοιχείων και μετά την τροποποίηση των απαιτήσεων σύμφωνα με τις διαθέσιμες λειτουργικές δυνατότητες.
 - Νέα αναζήτηση για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν καλύτερα συστατικά στοιχεία που ικανοποιούν τις αναθεωρημένες απαιτήσεις.
 - Σύνθεση συστατικών στοιχείων για τη δημιουργία του συστήματος.

Ανάπτυξη συστατικών στοιχείων με επαναχρησιμοποίηση



Η διαδικασία προσδιορισμού συστατικών στοιχείων



Ζητήματα σχετικά με τον προσδιορισμό συστατικών στοιχείων



- ❖ **Εμπιστοσύνη.** Πρέπει να μπορείτε να εμπιστευτείτε τον προμηθευτή ενός συστατικού στοιχείου. Αν είστε τυχεροί, ένα συστατικό στοιχείο που δεν είναι εμπιστο μπορεί απλώς να μη λειτουργεί όπως διαφημίζεται. Στη χειρότερη περίπτωση, μπορεί να διακυβεύει την προστασία του συστήματος από εξωτερικούς κινδύνους.
- ❖ **Απαιτήσεις.** Κάθε ομάδα συστατικών στοιχείων ικανοποιεί διαφορετικές απαιτήσεις.
- ❖ **Επαλήθευση.**
 - Η προδιαγραφή ενός συστατικού στοιχείου μπορεί να μην είναι αρκετά λεπτομερής ώστε να επιτρέπει την ανάπτυξη διεξοδικών δοκιμών.
 - Τα συστατικά στοιχεία μπορεί να διαθέτουν μη επιθυμητές λειτουργικές δυνατότητες. Πώς μπορείτε να ελέγξετε ότι κάτι τέτοιο δεν πρόκειται να αντιβαίνει στη λειτουργία της δικής σας εφαρμογής;

Επαλήθευση συστατικών στοιχείων



- ❖ Η επαλήθευση συστατικών στοιχείων περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός συνόλου περιπτώσεων δοκιμής για το στοιχείο (ή ίσως την επέκταση περιπτώσεων δοκιμής που συνοδεύουν το στοιχείο) και την ανάπτυξη ενός προγράμματος (test harness) το οποίο θα εκτελεί τις δοκιμές.
 - Το κύριο πρόβλημα με την επαλήθευση είναι ότι οι προδιαγραφές των στοιχείων μπορεί να μη διαθέτουν το επίπεδο λεπτομέρειας που απαιτείται για να μπορέσετε να αναπτύξετε ένα πλήρες σύνολο δοκιμών.
- ❖ Επιπλέον, πιθανόν να πρέπει να ελέγξετε ότι το συστατικό στοιχείο δεν περιλαμβάνει κακόβουλο κώδικα ή ανεπιθύμητη λειτουργικότητα.

Η αποτυχία του συστήματος εκτόξευσης Ariane – αποτυχία στην επαλήθευση;



- ❖ Το 1996 η πρώτη δοκιμαστική πτήση του πυραύλου Ariane 5 είχε καταστροφικά αποτελέσματα όταν χάθηκε ο έλεγχος του συστήματος εκτόξευσης 37 δευτερόλεπτα μετά την απογείωση.
- ❖ Το πρόβλημα οφειλόταν σε ένα συστατικό στοιχείο που είχε επαναχρησιμοποιηθεί από προηγούμενη έκδοση του συστήματος εκτόξευσης (το σύστημα Αδρανειακής Πλοήγησης) το οποίο αστόχησε επειδή οι παραδοχές που είχαν γίνει κατά την ανάπτυξη του συγκεκριμένου συστατικού στοιχείου δεν ίσχυαν και για το Ariane 5.
- ❖ Η λειτουργική δυνατότητα που αστόχησε σε αυτό το συστατικό στοιχείο δεν χρειαζόταν για το Ariane 5.

Σύνθεση συστατικών στοιχείων



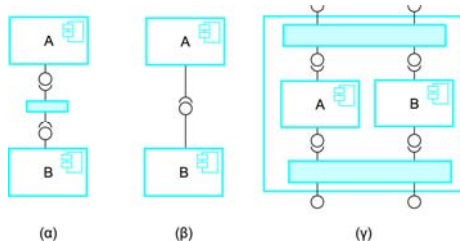
- ✦ Η διαδικασία του συνδυασμού συστατικών στοιχείων με σκοπό τη δημιουργία ενός συστήματος.
- ✦ Η σύνθεση αφορά την ενοποίηση των συστατικών στοιχείων τόσο μεταξύ τους όσο και με την υποδομή του συστήματος.
- ✦ Κανονικά πρέπει να γράψετε «συγκολλητικό κώδικα» για την ενοποίηση των συστατικών στοιχείων.

Τύποι σύνθεσης συστατικών στοιχείων (α)



- ✦ **Σειριακή σύνθεση**, στην οποία τα επιμέρους συστατικά στοιχεία ενός σύνθετου στοιχείου εκτελούνται με τη σειρά. Γι' αυτό απαιτείται η σύνθεση των παρεχόμενων διασυνδέσεων (provides interfaces) κάθε συστατικού στοιχείου.
- ✦ **Ιεραρχική σύνθεση**, στην οποία ένα συστατικό στοιχείο καλεί απευθείας τις υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από κάποιο άλλο στοιχείο. Η παρεχόμενη διασύνδεση ενός συστατικού στοιχείου συνδυάζεται με την απαιτούμενη διασύνδεση (requires interface) κάποιου άλλου.
- ✦ **Προσθετική σύνθεση**, στην οποία οι διασυνδέσεις δύο ή περισσότερων συστατικών στοιχείων τοποθετούνται μαζί (προστίθενται) με σκοπό τη δημιουργία ενός νέου στοιχείου. Οι διασυνδέσεις του σύνθετου στοιχείου δημιουργούνται με το συνδυασμό όλων των διασυνδέσεων των επιμέρους στοιχείων, αφού αφαιρεθούν τυχόν διπλότυπες λειτουργίες.

Τύποι σύνθεσης συστατικών στοιχείων (β)

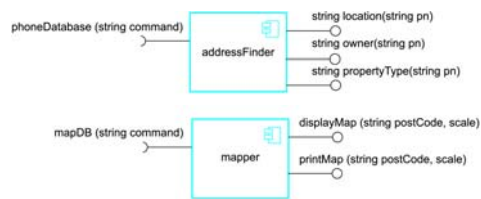


Ασυμβατότητα διασυνδέσεων



- ❖ **Ασυμβατότητα παραμέτρων**, στην οποία κάποιες λειτουργίες έχουν το ίδιο όνομα, αλλά διαφέρουν οι τύποι τους.
- ❖ **Ασυμβατότητα λειτουργιών**, στην οποία είναι διαφορετικά τα ονόματα των λειτουργιών στις σύνθετες διασυνδέσεις.
- ❖ **Έλλειψη πληρότητας λειτουργιών**, όταν η παρεχόμενη διασύνδεση ενός συστατικού στοιχείου είναι υποσύνολο της απαιτούμενης διασύνδεσης κάποιου άλλου στοιχείου.

Συστατικά στοιχεία με ασύμβατες διασυνδέσεις



Συστατικά στοιχεία προσαρμογέων



- ❖ Αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της ασυμβατότητας των συστατικών στοιχείων εναρμονίζοντας τις διασυνδέσεις των συστατικών στοιχείων των οποίων γίνεται σύνθεση.
- ❖ Ανάλογα με τον τύπο της σύνθεσης απαιτούνται διαφορετικοί τύποι προσαρμογέων.
- ❖ Μπορούμε να συνθέσουμε το συστατικό στοιχείο `addressFinder` και το συστατικό στοιχείο `mapper` με τη βοήθεια ενός προσαρμογέα που αποσπά τον ταχυδρομικό κώδικα από μία διεύθυνση και τον διαβιβάζει στο συστατικό στοιχείο `mapper`.

Σύνθεση μέσω προσαρμογέα



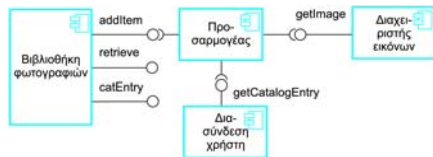
✧ Το συστατικό στοιχείο `postCodeStripper` είναι ο προσαρμογέας που διευκολύνει τη σειριακή σύνθεση των συστατικών στοιχείων `addressFinder` και `mapper`.

```
address = addressFinder.location (phonenumber) ;  
postCode = postCodeStripper.getPostCode (address) ;  
mapper.displayMap(postCode, 10000)
```

Προσαρμογέας για τη διασύνδεση ενός συστατικού στοιχείου συλλογής δεδομένων με ένα αισθητήρα



Σύνθεση βιβλιοθήκης φωτογραφιών



Σημασιολογία διασυνδέσεων



✦ Για να αποφασίσουμε αν διασυνδέσεις που είναι συντακτικά συμβατές είναι πράγματι πλήρως συμβατές, πρέπει να βασιστούμε στην τεκμηρίωση των διασυνδέσεων.

✦ Θεωρήστε τη διασύνδεση για το συστατικό στοιχείο PhotoLibrary:

```
public void addItem (Identifier pid ; Photograph p; CatalogEntry photodesc) ;  
public Photograph retrieve (Identifier pid) ;  
public CatalogEntry catEntry (Identifier pid) ;
```

Τεκμηρίωση βιβλιοθήκης φωτογραφιών



«Αυτή η μέθοδος προσθέτει στη βιβλιοθήκη μία φωτογραφία και συσχετίζει τη φωτογραφία αυτή με το δεδομένο αναγνωριστικό (Identifier) και καταχώριση καταλόγου (CatalogEntry).»

«Τι συμβαίνει αν το αναγνωριστικό της φωτογραφίας είναι ήδη συσχετισμένο με μία άλλη φωτογραφία της βιβλιοθήκης;»

«Είναι η περιγραφή της φωτογραφίας συσχετισμένη με την καταχώριση καταλόγου, όπως είναι συσχετισμένη με τη φωτογραφία; Δηλαδή, αν διαγράψω τη φωτογραφία, θα διαγράψω και τις πληροφορίες καταλόγου;»

Η Γλώσσα Περιορισμών Αντικειμένων



✦ Η Γλώσσα Περιορισμών Αντικειμένων (Object Constraint Language – OCL) είναι σχεδιασμένη για την περιγραφή περιορισμών στα μοντέλα αντικειμένων της UML.

✦ Βασίζεται στην έννοια της προδιαγραφής προσυνθηκών και μετασυνθηκών – παρόμοια με την προσέγγιση σε πολλές τυπικές μέθοδοι (όπως η Z).

Τυπική περιγραφή της διασύνδεσης βιβλιοθήκης φωτογραφιών



-- The context keyword names the component to which the conditions apply

context additem

-- The preconditions specify what must be true before execution of additem

```
pre: PhotoLibrary.libSize() > 0  
PhotoLibrary.retrieve(pid) = null
```

-- The postconditions specify what is true after execution

```
post: libSize() = libSize()@pre + 1  
PhotoLibrary.retrieve(pid) = p  
PhotoLibrary.catEntry(pid) = photodesc
```

context delete

```
pre: PhotoLibrary.retrieve(pid) <> null ;
```

```
post: PhotoLibrary.retrieve(pid) = null  
PhotoLibrary.catEntry(pid) = PhotoLibrary.catEntry(pid)@pre  
PhotoLibrary.libSize() = libSize()@pre-1
```

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

49

Συνθήκες της βιβλιοθήκης φωτογραφιών



✧ Όπως προδιαγράφηκε, η Γλώσσα Περιορισμών Αντικειμένων που σχετίζεται με το συστατικό στοιχείο Photo Library δηλώνει ότι:

- Δεν πρέπει να υπάρχει στη βιβλιοθήκη φωτογραφία η οποία θα διαθέτει αναγνωριστικό ίδιο με το αναγνωριστικό της φωτογραφίας προς εισαγωγή.
- Η βιβλιοθήκη πρέπει να υπάρχει – θεωρούμε ότι η δημιουργία μίας βιβλιοθήκης προσθέτει ένα στοιχείο σε αυτήν.
- Κάθε καινούργια καταχώριση αυξάνει το μέγεθος της βιβλιοθήκης κατά 1.
- Αν πραγματοποιήσετε ανάκτηση χρησιμοποιώντας το ίδιο αναγνωριστικό, τότε λαμβάνετε τη φωτογραφία που προσθέσατε.
- Αν εκτελέσετε αναζήτηση στον κατάλογο χρησιμοποιώντας αυτό το αναγνωριστικό, λαμβάνετε την καταχώριση καταλόγου που δημιουργήσατε.

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

50

Συμβιβασμοί στη σύνθεση



✧ Κατά τη σύνθεση συστατικών στοιχείων, μπορείτε να διαπιστώσετε αντιφάσεις μεταξύ των λειτουργικών και των μη λειτουργικών απαιτήσεων, καθώς και συγκρούσεις μεταξύ της αναγκαιότητας για ταχεία παράδοση και της εξέλιξης του συστήματος.

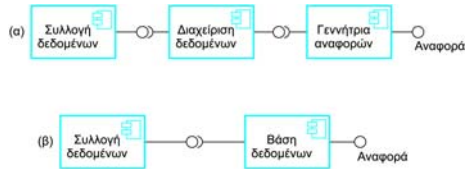
✧ Πρέπει να πάρετε αποφάσεις όπως:

- Ποια σύνθεση συστατικών στοιχείων είναι περισσότερο αποτελεσματική για την παράδοση των λειτουργικών απαιτήσεων του συστήματος;
- Ποια σύνθεση συστατικών στοιχείων θα επιτρέψει προσαρμογές για μελλοντικές αλλαγές στις απαιτήσεις;
- Ποιες θα είναι οι ανακύπτουσες ιδιότητες του συστήματος που θα συντεθεί;

Ενότητα 4 (Κεφάλαιο 17) — Τεχνολογία Λογισμικού βάσει Συστατικών Στοιχείων

51

Συστατικά στοιχεία συλλογής δεδομένων και γεννήτριας αναφορών



Κύρια σημεία (α)



- ✦ Η τεχνολογία λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων είναι μία προσέγγιση βασισμένη στην επαναχρησιμοποίηση για τον ορισμό και την υλοποίηση χαλαρά συνδεδεμένων συστατικών στοιχείων έτσι ώστε να συνθέτουν ολόκληρα συστήματα.
- ✦ Το συστατικό στοιχείο είναι μία μονάδα λογισμικού της οποίας οι λειτουργικές δυνατότητες και οι εξαρτήσεις ορίζονται πλήρως από τις διασυνδέσεις της.
- ✦ Το μοντέλο συστατικών στοιχείων ορίζει ένα σύνολο προτύπων το οποίο πρέπει να ακολουθούν οι παροχές συστατικών στοιχείων και οι προγραμματιστές που πραγματοποιούν σύνθεση συστατικών στοιχείων.
- ✦ Οι διαδικασίες κλειδιά στη CBSE είναι CBSE για επαναχρησιμοποίηση και CBSE με επαναχρησιμοποίηση.

Κύρια σημεία (β)



- ✦ Στην τεχνολογία λογισμικού βάσει συστατικών στοιχείων, οι διαδικασίες της τεχνολογίας απαιτήσεων και του σχεδιασμού του συστήματος είναι συνυφασμένες.
- ✦ Σύνθεση συστατικών στοιχείων ονομάζεται η διαδικασία του συνδυασμού στοιχείων με σκοπό τη δημιουργία ενός συστήματος.
- ✦ Κατά τη σύνθεση επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών στοιχείων, συνήθως πρέπει να γράψετε προσαρμογές ώστε να εναρμονίσετε τις διαφορετικές διασυνδέσεις των στοιχείων αυτών.
- ✦ Όταν επιλέγουμε συνθέσεις, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη την απαιτούμενη λειτουργικότητα του συστήματος, τις μη λειτουργικές απαιτήσεις και την εξέλιξη του συστήματος.
