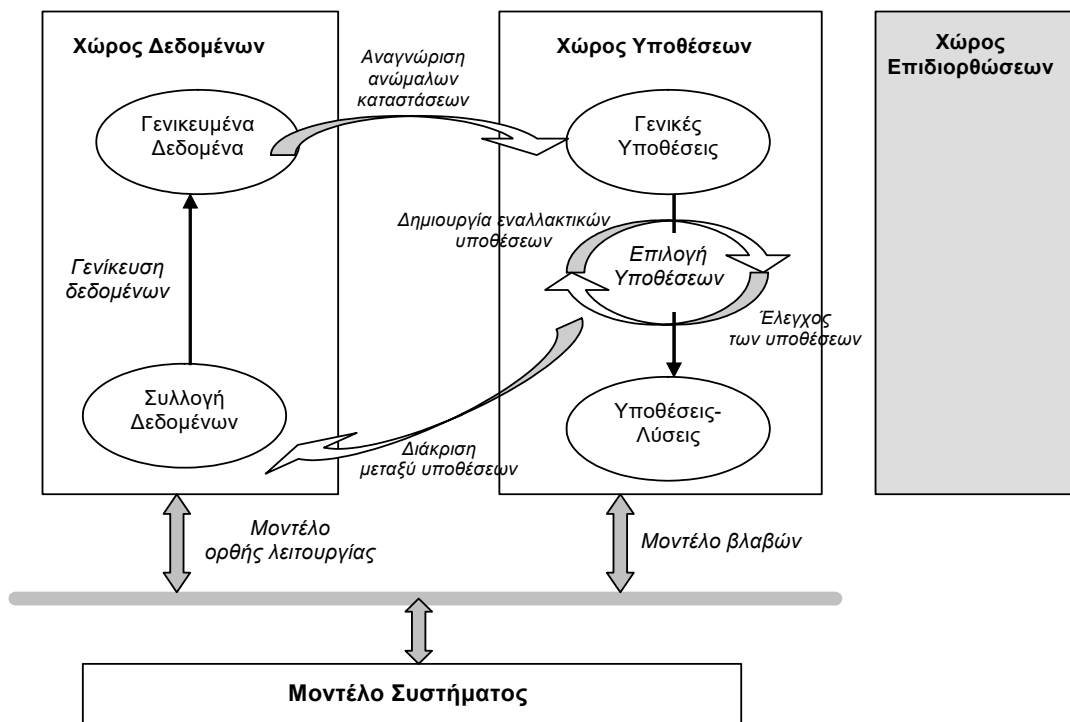


Αναπαράσταση γνώσης

Το διαγνωστικό σύστημα για την επίλυση προβλημάτων σε κυκλώματα θα λειτουργεί ανεξάρτητα από το εκάστοτε κύκλωμα (*domain-independent*). Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό με λεπτομερή μοντελοποίηση των στοιχείων του κυκλώματος σε επίπεδο απλών στοιχείων-εξαρτημάτων (χαμηλό επίπεδο), καθώς και μοντελοποίηση των διασυνδέσεών τους. Για κάθε τύπο εξαρτήματος, για παράδειγμα μια δίοδο, πρέπει το μοντέλο συμπεριφοράς να αντιστοιχίζει τις τιμές εισόδου σε τιμές εξόδου. Επιπλέον, πρέπει να ορίζεται ένα σύνολο από πιθανές βλάβες του κάθε στοιχείου. Στη συνέχεια θα πρέπει να αναπαρασταθεί ένα κύκλωμα με τη διασύνδεση των στοιχείων του και το σύστημα γνώσης να υπολογίζει τις τιμές εξόδου του κυκλώματος, προωθώντας τις τιμές εισόδου του κυκλώματος μέσα από αυτό.

Εκτός όμως από τα χαμηλότερου επιπέδου στοιχεία ενός κυκλώματος, το σύστημα θα πρέπει να μοντελοποιεί και μεγαλύτερα υπο-μήματα του κυκλώματος, δημιουργώντας έτσι μια ιεραρχία μονάδων. Οι σύνθετες αυτές μονάδες περιγράφονται επίσης και ως προς τη συμπεριφορά τους αλλά και τις πιθανές βλάβες τους. Έτσι, για παράδειγμα, αν διαπιστωθεί ότι μια σύνθετη μονάδα δεν παρουσιάζει καμιά βλάβη, τότε συμπεραίνεται ότι και οι υπομονάδες της βρίσκονται σε κανονική λειτουργία.

Διαδικασία επίλυσης



Σχήμα 26.8: Χώροι αναζήτησης.

Στο σύστημα διάγνωσης γίνεται η παραδοχή ότι μόνο γνωστές βλάβες μπορεί να εμφανιστούν στο κύκλωμα, καθώς και ότι ποτέ δεν εμφανίζονται δύο βλάβες ταυτόχρονα (*single-fault assumption*). Η διαδικασία διάγνωσης και επίλυσης προβλημάτων χωρίζεται σε δύο μέρη: την *παθητική διάγνωση* (*passive troubleshooting*), η οποία αναφέ-

ρεται στα συμπεράσματα που προκύπτουν μετά από τη συλλογή κάποιων μετρήσεων, και την ενεργητική διάγνωση (*active troubleshooting*), η οποία αναφέρεται στην επιλογή των επομένων μετρήσεων που πρέπει να γίνουν για να καταστεί δυνατή η διάκριση μεταξύ των υποψηφίων υποθέσεων.

Το Σχήμα 26.8 δείχνει τους χώρους αναζήτησης του συστήματος, στο οποίο φαίνεται ότι υπάρχει άμεση αναπαράσταση των χώρων δεδομένων και υποθέσεων, ενώ διαθέτει και ένα αναλυτικό μοντέλο λειτουργίας για το υπό εξέταση σύστημα.

Παράδειγμα συστήματος γνώσης

Το σύστημα SOPHIE-III ήταν από τα πρώτα συστήματα διάγνωσης βλαβών, το οποίο χρησιμοποιούσε τη συλλογιστική των μοντέλων (*model-based reasoning*), με τον τρόπο που παρουσιάστηκε παραπάνω. Κατασκευάστηκε με σκοπό την εκπαίδευση και την απόκτηση τεχνικών δεξιοτήτων και εμπειρίας από νέους τεχνικούς. Η φιλοδοξία των σχεδιαστών του ήταν η κατασκευή ενός διαγνωστικού συστήματος για επίλυση προβλημάτων σε κυκλώματα, του οποίου η λειτουργία είναι ανεξάρτητη από το εκάστοτε κύκλωμα (*domain-independent*). Αυτό έγινε εφικτό με τη λεπτομερή μοντελοποίηση των στοιχείων του κυκλώματος αλλά και των διασυνδέσεών τους έτσι ώστε η συλλογιστική της διάγνωσης να μπορεί να εφαρμοστεί πάνω σε οποιοδήποτε στιγμιότυπο του μοντέλου.

Το SOPHIE-III ήταν το τρίτο μιας σειράς συστημάτων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εξερεύνηση τεχνικών μοντελοποίησης του σπουδαστή, διδασκαλίας μέσω υπολογιστή αλλά και μοντελοποίησης της εμπειρίας για αντιμετώπιση βλαβών. Το σύστημα εισήγαγε για πρώτη φορά μία σειρά από νέες ιδέες, οι οποίες στη συνέχεια αξιοποιήθηκαν και από άλλα συστήματα.

Μία σειρά από μετεξελίξεις των ιδεών που παρουσιάστηκαν στο σύστημα SOPHIE-III αποτελούν τα συστήματα GDE, SHERLOCK και XDE. Στο σύστημα GDE με τη χρήση των πιθανοτήτων και της πληροφοριακής εντροπίας άρθηκε ο περιορισμός της υπόθεσης απλής βλάβης, πλην όμως δεν υπήρχε μοντελοποίηση των καταστάσεων βλάβης, ενώ στο σύστημα SHERLOCK, επανήλθε η μοντελοποίηση των διαφόρων περιπτώσεων βλάβης μαζί με αναζήτηση πρώτα-στο-καλύτερο για την αποφυγή εξέτασης περιπτώσεων σύνθετων βλαβών μικρής πιθανότητας. Τέλος, στο σύστημα XDE υπάρχει μία ιεραρχική απεικόνιση του μοντέλου σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας, με σκοπό την αποτελεσματική διάγνωση σε μεγάλα συστήματα.

Τα συστήματα διάγνωσης που βασίζονται σε μοντέλα είναι τα πλέον διαδεδομένα αυτήν την στιγμή και υπάρχει πλήθος νεότερων τέτοιων συστημάτων κυρίως στον χώρο της διάγνωσης μηχανικών συστημάτων (*engineering*), στη βιομηχανία, στη ρομποτική, στους σιδηροδρόμους, στα αυτοκίνητα, κ.ά., αλλά και στην ιατρική, καθώς πλέον είναι εφικτή η κατασκευή μοντέλων οργάνων του ανθρώπινου σώματος και η λήψη μετρήσεων από το εσωτερικό του. Τέλος, η μοντελοποίηση του σπουδαστή σε συστήματα υποστήριξης της διδασκαλίας εξακολουθεί να είναι δημοφιλής, αν και δεν στηρίζεται πλέον σε μοντέλα που προκύπτουν αποκλειστικά από συνεντεύξεις σπουδαστών.

Βιβλιογραφία

Τα βήματα και οι μεθοδολογίες της διάγνωσης και επιδιόρθωσης βλαβών περιγράφονται στις εργασίες [Davis, 1984] και [Davis & Hamscher, 1988]. Στο βιβλίο [Stefik, 1995] υπάρχει αναλυτική συγκριτική παρουσίαση των περισσότερων μεθόδων διάγνωσης καθώς και των συστημάτων γνώσης που τις χρησιμοποιούν, ενώ το βιβλίο [Purpe, 1993] επικεντρώνεται κυρίως στη διάγνωση που βασίζεται σε χρήση προσομοίωσης μοντέλων, όπως και η συλλογή εργασιών [Hamscher, et al., 1992]. Δύο ακόμη σχετικά βιβλία είναι το [Schroeder, 1998], όπου εξετάζεται η διάγνωση βασισμένη σε μοντέλα σε πολυπρακτορικά συστήματα, καθώς και το [Peng & Reggia, 1990], όπου αναλύονται οι μέθοδοι διάγνωσης που βασίζονται στην απαγωγική συλλογιστική. Το θέμα της διάγνωσης βασισμένης σε μοντέλα είναι ιδιαίτερα δημοφιλές και στους μηχανικούς, οι οποίοι χρησιμοποιούν κυρίως μαθηματικά / αριθμητικά μοντέλα προσομοίωσης. Πλην όμως υπάρχουν και βιβλία που παρουσιάζουν διαγνωστικά συστήματα που βασίζονται εν μέρει και σε τεχνολογίες συστημάτων γνώσης, όπως τα [Korbicz, et al., 2004], [Isermann, 2006], [Isermann, 2011].

Τα ιστορικά σημαντικότερα συστήματα της βιβλιογραφίας INTERNIST [Miller, et al., 1984], CADUCEUS [Banks, 1986], CASNET [Kulikowski & Weiss, 1982], DARN [Mittal, et al., 1988], SOPHIE-III [Brown, et al., 1982], GDE [de Kleer & Williams, 1987], SHERLOCK [de Kleer & Williams, 1989], και XDE [Hamscher, 1990] παρουσιάζονται στις αντίστοιχες αναφορές. Τα διάφορα συστήματα γνώσης για τη διάγνωση προβλημάτων σε υπολογιστικά συστήματα που αναφέρθηκαν στην αντίστοιχη ενότητα παρουσιάζονται στις εργασίες [Ford, et al., 1991], [Leng & Teen, 1992], [Wang & Hsu, 2004], [Cañizares, et al., 2019]. Παραδείγματα νεότερων ιατρικών διαγνωστικών συστημάτων γνώσης που βασίζονται στην ευρετική κατηγοριοποίηση είναι τα WASPSS [Cánovas-Segura, et al., 2019], GERMWATCHER [Doherty, et al., 2006], MERCURIO [Lamma, et al., 2006], DXPLAIN [Elkin, et al., 2010], GIDEON [Berger, 2005], VISUALDX [Papier, 2012]. Τέλος, όπως αναφέρθηκε υπάρχουν πολλά παραδείγματα νεότερων διαγνωστικών συστημάτων γνώσης που βασίζονται στη συλλογιστική των μοντέλων σε διάφορα πεδία γνώσης, όπως στο πεδίο της ιατρικής [Le Rolle, et al., 2008], [Palma, et al., 2006], στα μηχανικά συστήματα [da Silva, et al., 2012], στη βιομηχανία [Angeli & Atherton, 2001], [Pulido, et al., 2019], στη ρομποτική [Liu & Coghill, 2005], στους σιδηροδρόμους [Liu & Han, 2014], στα αυτοκίνητα [Pons, et al., 2015], όπως και στα συστήματα υποστήριξης της διδασκαλίας [Antal & Koncz, 2011], [Clemente, et al., 2011].

Αναφορές

- [Angeli & Atherton, 2001] C. Angeli and D. Atherton, "A Model-Based Method for an Online Diagnostic Knowledge-Based System", *Expert Systems*, Vol. 18, pp. 150-158, 2001.
- [Antal & Koncz, 2011] M. Antal and S. Koncz, "Student modeling for a web-based self-assessment system", *Expert Systems with Applications*, 38(6), pp. 6492-6497, 2011.
- [Banks, 1986] G. Banks, "Artificial intelligence in medical diagnosis: the INTERNIST/CADUCEUS approach", *Critical Reviews in Medical Informatics*, Vol. 1, Iss. 1, pp. 23-54, 1986.