



REPREZENTATÍVNE MODEL Y VÝROBKOV AKO JEDEN Z HLAVNÝCH VSTUPOV DO SYSTÉMU PLÁNOVANIA DEMONTÁŽE

REPRESENTATIVE MODELS AS ONE OF THE MAIN INPUTS OF THE DISASSEMBLE PLANNING SYSTEMS

Juraj ŠEBO

Abstract

One of the inputs needed to ensure quality of disassemble planning are representative models. There exist a wide spectrum of representative models of a product, which use CAD models, graphs, matrices and databases, respectively their combinations. Currently in the literature we can often find especially different types of charts, diagrams (e.g. Bill of material, Product connection graph, Hierarchical Attributed Liaison Graph) and matrices.

Key words

Disassembly, representative model, product.

Úvod

Modely reprezentujúce výrobok alebo proces predstavujú hlavný vstup do systému plánovania demontáže. Ich hlavnou úlohou je popísať všetky relevantné vlastnosti (črty) výrobku a/alebo demontážneho procesu. Tieto modely by mali zohľadňovať dva protichodné aspekty a to, kompletnosť (obsahovať všetky relevantné informácie pre tvorbu efektívnych plánov) a jednoduchosť vytvárania (manuálne alebo automatické vytváranie z CAD databáz) [1]. Modely prezentované rôznymi autormi je možné rozdeliť na dve hlavné kategórie: modely reprezentujúce výrobok a modely reprezentujúce výrobok a proces. V našom príspevku sa venujeme iba prvej kategórii. Pri tvorbe týchto modelov sa využívajú rôzne formáty: CAD modely (kompletná reprezentácia geometrických a spojovacích vzťahov medzi súčiastkami, ..) , matice (rôzne 2D matice zobrazujúce cez binárne hodnoty prepojenia medzi súčiastkami) a rôzne typy grafov.

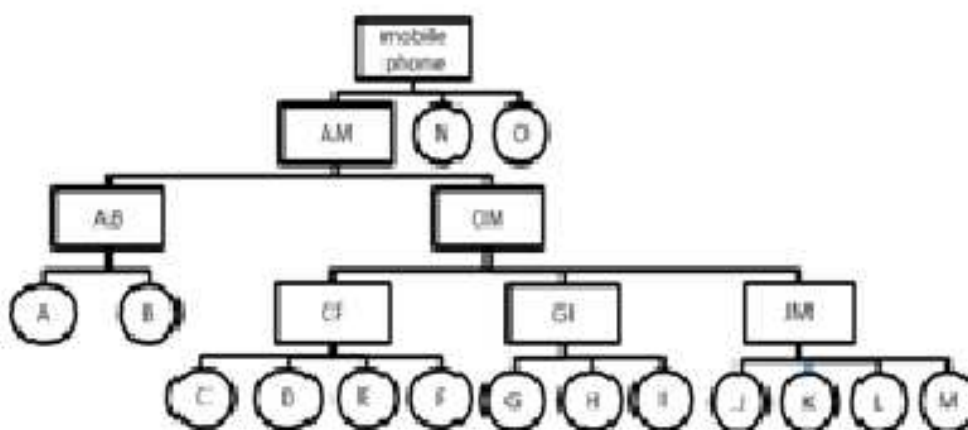
Modely reprezentujúce výrobok

Nasledujúci prehľad modelov reprezentujúcich výrobky vychádza z členenia uvedeného v Santochi et al [1] , ktorý je doplnený o ďalšie modely uvádzané v literatúre (napr. [2]):

- Modely CAD –. Tieto modely obsahujú geometrické charakteristiky súčiastok. Okrem toho obsahujú aj ďalšie dáta o súčiastkach (funkčnosť súčiastky, potreba častej výmeny, životnosť, atď.) a materiáloch (typ, recyklačné hodnoty, atď.) a pod. Tieto modely sa vylepšujú, resp. upravujú aj vzhľadom na špeciálne požiadavky demontáže.
- Grafy a diagramy – Snahou väčšiny autorov je vtiesnať do štruktúry grafu čo najviac demontážnych informácií a integrovať túto metódu reprezentácie výrobku s CAD modelmi. Príkladmi týchto grafov (diagramov) sú:
 1. Diagram konfigurácie výrobku (Product configuration graph), ktorý popisuje vzťahy rodič-potomok.

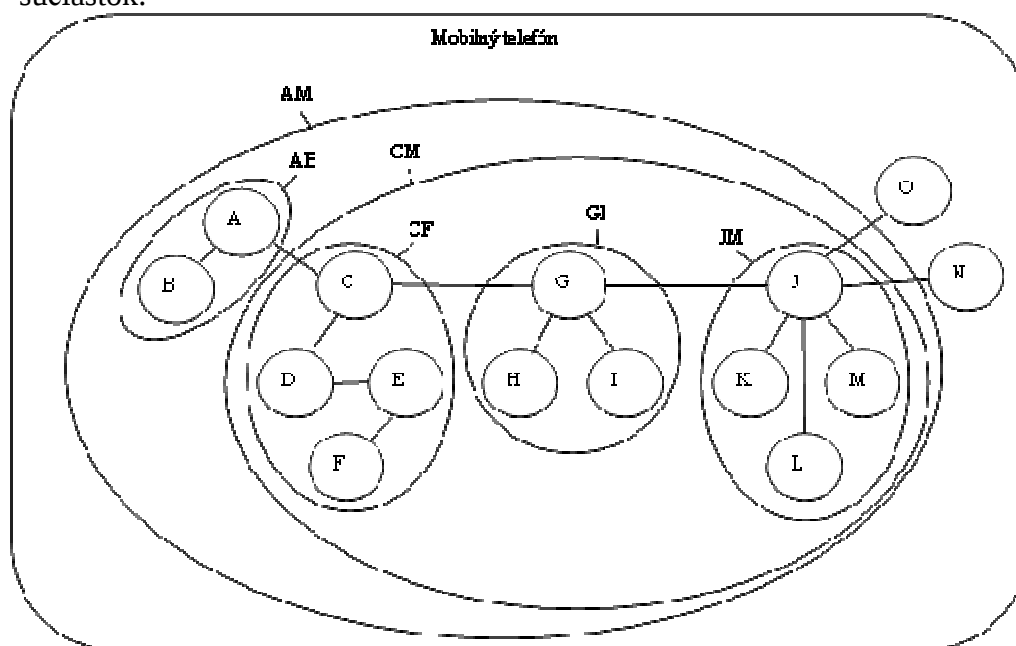


2. Kusovník (Bill-of-material) (obr. 1). Tento diagram predstavuje hierarchický zoznam materiálov, demontážnych celkov a súčiastok, a ukazuje množstvo každej z týchto položiek potrebných na výrobu konečného výrobku. Vzhľadom na obsiahnuté informácie sa často využíva pri plánovaní demontáže. Nedostatkom tohto diagramu je, že ignoruje spojenia medzi súčiastkami [2].



Obr. 1 Príklad kusovníka mobilného telefónu

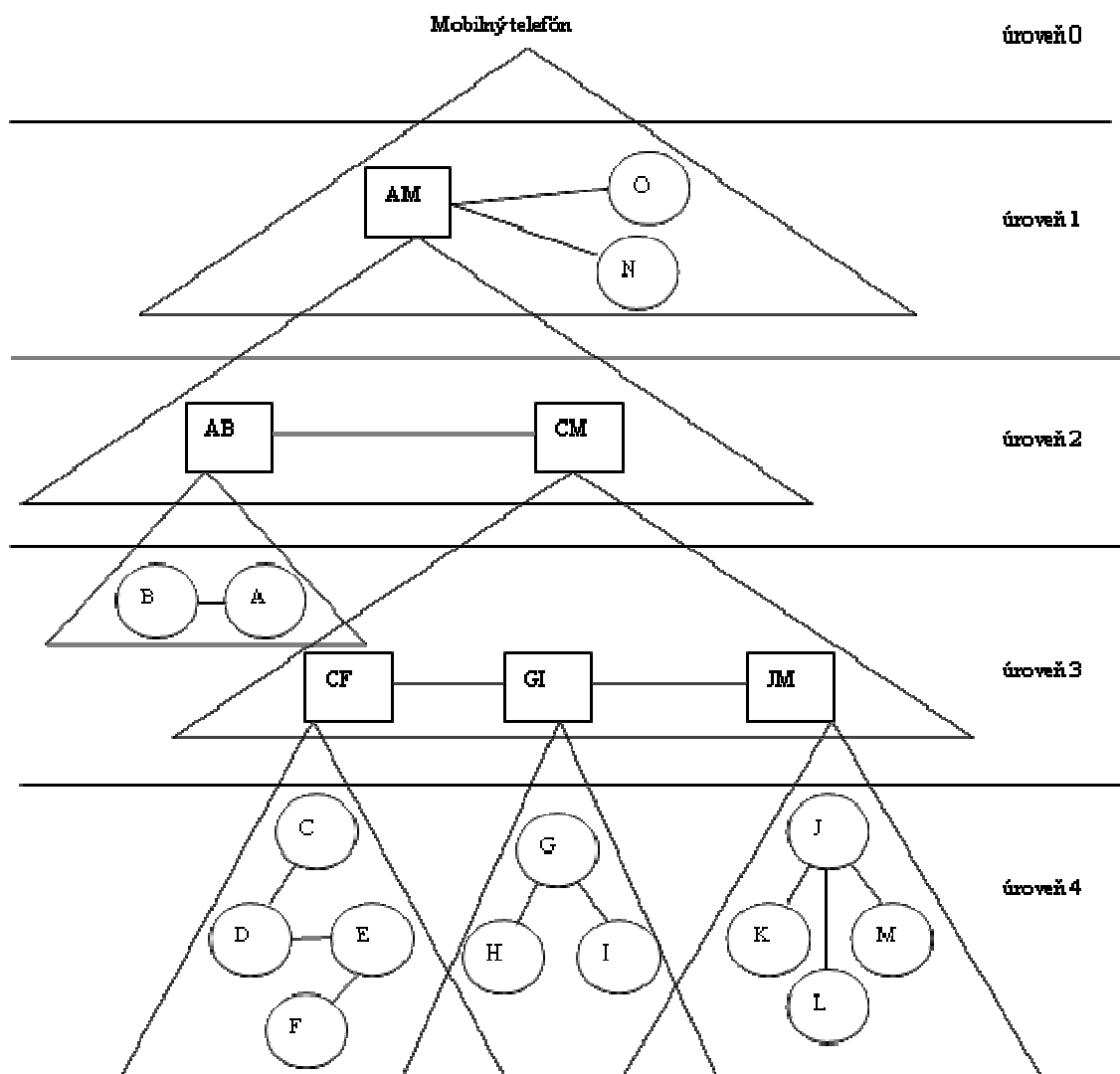
3. Spojnicový diagram (Product connection graph), popisuje spojenia medzi súčiastkami (prepojenie súčiastok) (obr. 2). Ako uvádza Lee [2] tento často využívaný spôsob znázornenia má isté nevýhody a to: nevie zobrazit' hierarchickú štruktúru výrobku a prehliada funkčné vzťahy súčiastok. Navyše má takýto diagram problémy pri zobrazovaní komplikovaných výrobkov, zložených z tisícok súčiastok.



Obr.2 Spojnicový diagram mobilného telefónu



4. Hierarchický atributovaný diagram spojení (Hierarchical Attributed Liaison Graph)(HADS). Tento diagram je hierarchickým zobrazením štruktúry produktu. Vychádza z predchádzajúcich dvoch diagramov (kusovníka a spojnicového diagramu) a znázorňuje nielen spojenia medzi súčiastkami ale aj hierarchickú štruktúru výrobku. Tento diagram je výhodnejší pre rozhodovanie pri zvažovaní repasovania (v porovnaní so zvažovaním recyklácie), pretože pri repasovaní je potrebné viac sa zameriavať na funkčné celky súčiastok pre ktoré sa väčšinou stanovuje alternatíva ako s nimi naložiť pri dožití výrobku. Pri zostrojaní tohto diagramu sa postupuje zdola od najspodnejších súčiastok v kusovníku a identifikujú sa prepojenia súčiastok pre každú úroveň až úplne k najvyššej úrovni kusovníka. Na tomto diagrame sú súčiastky a demontážne celky zobrazené ako kruhy a štvorce. Na každej úrovni sú spojenia medzi súčiastkami znázornené čiarami (obr. 3). Ako uvádza Dong [3] HADS môže byť definovaný napr. takto $H = (N, E)$, kde:
 1. N predstavuje množinu uzlov, z ktorých každá zodpovedá súčiastke alebo montážnemu celku v zostave. Medzi pridružené atribúty k časti alebo montážnemu celku patrí:
 - a) tvar súčiastky alebo montážneho celku (zoznam vlastností alebo zoznam tvarov)
 - b) styčné plochy ako charakteristiky súčiastky
 - c) nástroje na montáž/demontáž (ako je skrutkovač, kľúč a kliešte, atď)
 - d) typ uzla (ako uzol súčiastky a uzol montážneho celku)
 - e) potomok HADS
 - f) fyzikálne vlastnosti súčiastky (napr. hmotnosť)
 2. E je množina stykov medzi dvoma uzlami, z ktorých každý zodpovedá spojeniu medzi dvojicami prvkov N. Atribúty styku sú popísané:
 - a) typom pripojenia
 - b) druhom krytia (napr. proti, zapadnutie, skrutka-zapadnutie, atď)
 - c) párom samec-samica združovaných subjektov
 - d) styčnými plochami
 - e) smermi združovania zodpovedajúcich párov kontaktných plôch
 - f) relatívnou stabilitou spojenia po dokončení zodpovedajúceho prepojenia.
5. Grafy integrované s CAD modelmi:
 1. Graf založený na tom, že súčiastky obsahujú informácie pre recykláciu a spojenia obsahujú informácie pre demontáž a spojovacie metódy [4].
 2. Graf spojení (liaison graph, contact relation graph) predstavuje smerové vzťahy medzi spojenými súčiastkami obsahujúce aj geometrické aj negeometrické obmedzenia.



Obr. 3 Hierarchický atributovaný diagram spojení mobilného telefónu

- Modely založené na kombinácii metód:
 1. Matica automaticky generovaná z CAD modelu výrobku, obsahujúca kódované informácie o nadradenosti (a podradenosti) súčiastok, typické pre grafické reprezentovanie výrobku typu AND, OR, XOR.
 2. Kombinované využitie grafov a matic:
 1. Graf súčiastka-spoj (component-fastener graph) sa automaticky získa z CAD modelov, kde vrcholy reprezentujú súčiastky a hrany reprezentujú montážne vzťahy. Vrchol reprezentujúci súčiastku obsahuje informácie o súčiastke (meno, materiál , váhu, atď.), vrchol reprezentujúci spojovací prvok obsahuje informácie o ňom (metóda demontáže, demontážny nástroj, čas demontáže, atď.) a hrana obsahuje informácie o spojovacom prvku (počet spojovacích prvkov, typ, atď.). Okrem toho sú prítomné 3 matice: matica susediacich súčiastok (adjacency matrix), matica demontážnej nadradenosti (diassembly precedence matrix) a matica spojovacích prvkov.
 3. Využitie grafu vzťahov (relational graph) a objektovo orientovanej databázy. Tu sa výrobok považuje za zložený systém pozostávajúci z n rigidných častí prepojených



spojmi. Štruktúra sa môže mapovať cez tento graf vzťahov, kde časti (súčiastky) sú vrcholy a atribúty sú väzby. Atribúty je možné rozdeliť medzi geometrické atribúty (symetria, umiestnenie, rozmery,...) fyzické atribúty (váha,...), funkčné atribúty (uchytenie) a montážne atribúty (miesto, typ, kontakty, atď.).

Súhrn

Jedným zo vstupov potrebných pre zabezpečenie kvalitného plánovania demontáže sú reprezentatívne modely výrobku. Ich úlohou je popísať všetky relevantné vlastnosti výrobku (resp. jeho súčastí) vzhľadom na demontáž a čo najlepšie zohľadniť dva protichodné aspekty a to: kompletnosť (zahnutie všetkých relevantných informácií) a jednoduchosť ich tvorby, či už manuálne alebo automaticky (napr. z CAD databáz). Existuje široké spektrum reprezentatívnych modelov výrobku, ktoré využívajú CAD modely, grafy, diagramy, matice a databázy, resp. ich kombinácie. V súčasnosti sa vo výskumných prácach často stretávame najmä s rôznymi typmi grafov, diagramov (napr. kusovník, spojnicový diagram, hierarchický atributovaný diagram spojení) a matíc.

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0102/11 "Metódy a techniky experimentálneho modelovania vnútropodnikových výrobných a nevýrobných procesov"

Kľúčové slová

Demontáž, reprezentatívny model, výrobok.

Použitá literatúra

- [1] M. Santochi, G. Dini, F. Failli Computer Aided Disassembly Planning: State of the Art and Perspectives, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 51, Issue 2, 2002, Pages 507-529,
- [2] Lee H.B., Cho N.W., Hong Y.S.: A hierarchical end-of-life decision model for determining the economic levels of remanufacturing and disassembly under environmental regulations, Journal of Cleaner production, 18 (2010), p.1276-1283,
- [3] Dong T, Zhang L, Tong R, Dong J: A hierarchical approach to disassembly sequence planning for mechanical product, Int J Adv Manuf Technol (2006) 30: 507–520,
- [4] Feldman K. et al, 2000, In: M. Santochi, G. Dini, F. Failli Computer Aided Disassembly Planning: State of the Art and Perspectives, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 51, Issue 2, 2002, Pages 507-529 .

Kontaktná adresa

Ing. Juraj Šebo, PhD.,
Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu,
Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Némcovej 32,
040 01 Košice, Tel.: (421) 55 602 3241, E-mail: juraj.sebo@tuke.sk