Řešení příliš podmíněných systémů

Rozvojový projekt

Současný stav řešení problému

Příliš podmíněné (over-constrained) systémy jsou neřešitelné v důsledku příliš velkého počtu současně nesplnitelných omezení. Tato omezení jsou zároveň uspořadatelná pomocí preferencí, které vyjadřují míru důležitosti jednotlivých omezení. Volba vhodné strategie (například hierachie omezení) vede k nalezení (jednoho nebo více) možných řešení upraveného problému, který se minimálně liší od problému původního. Zabýváme se návrhem metodologie řešení těchto systémů tak, aby odrážely požadavky uživatelů (reálný svět). Musíme především počítat s omezenými možnostmi výpočetních prostředků tak, aby bylo možné nalézt řešení v přijatelném čase. Příliš podmíněné systémy se vyskytují při řešení rozsáhlých kombinatorických problémů, v oblastech jako je plánování (rozvrhy), robotika, počítačová grafika nebo grafická uživatelská rozhraní.

Příliš podmíněné systémy jsou obvykle řešeny zadáním vah nebo preferencí individuálním omezením a řešení jsou hledány tak, aby byl minimalizován počet nesplněných omezení. Existují ale příliš podmíněné systémy, jejichž proměnné jsou částečně nebo úplně setříděny, a u těchto problémů je pak vhodné definovat přímo preference proměnných spíše než preference omezení. Navrhli jsme proto nový aparát umožňující přiřadit preference individuálním proměnným, které mohou být odlišné v závislosti na tom, ve kterém omezení se proměnná vyskytuje. Hovoříme pak o systémech omezení s anotovanými proměnnými. Navržený aparát umožňuje definovat mapování anotovaných proměnných na standardní hierarchie omezení a také na systémy omezení využívající definici preferencí v souladu s teorii možností (possibilistic constraint satisfaction problems). Navrhli jsme algoritmus pro řešení systémů omezení s anotovanými proměnnými pomocí hierarchií. Tento algoritmus byl také implementován v Prologu s využitím atributových proměnných. Dosažené výsledky byly přijaty na *European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-98)* a budou prezentovány na této konferenci v srpnu 1998.

Příliš podmíněné systémy jsou zkoumány na konkrétních příkladech – tvorba rozvrhů a profesionální sazba dokumentů. Například při tvorbě rozvrhů je problém vyjádřen pomocí proměnných, které reprezentují učitele (děkan, profesoři, asistenti,...), místnosti (méně a více obsazované) a rozdílné skupiny studentů. Všechny tyto proměnné mají vlastní preference, které mohou být aplikovány přímo pomocí anotací proměnných. Při implementaci jsou používány přístupy logického programování. Pracujeme především se systémy SICStus Prolog a ECL^{i}PS^{e}.

Cíle řešení

- Rozvinutí tvůrčí činnosti studenky interního PGS studia Mgr. Hany Rudové.
- Zlepšení podmínek pro dokončení disertační práce (nákup odborné literatury, kontakty s obdobně zaměřenými lidmi na UK a AV, apod.) tak, aby výsledky dosáhly co nejvyšší úrovně.
- Možnost prezentace výsledků na lokální konferenci jako je *SOFSEM '99* a na zahraniční mezinárodně uznávané konferenci *Constraint Programming '99* nebo na podobné akci téhož zaměření a významu.

Navazování kontaktů s lidmi podobného odborného zaměření jak v České republice nebo v zahraničí je pro dokončení disertační práce a další vědeckou práci velmi přínosné, stejně jako přístup k odborné literatuře.

Způsob řešení

Disertační práce, jejíž dokončení je plánováno na rok 1999, shrne dosavadní zkušenosti Mgr. Hany Rudové se systémy s omezujícími podmínkami. Hlavní pozornost bude zaměřena na omezení s anotovanými proměnnými.

Jedním z cílů je rozšíření existující specifikace na superstrukturu umožňující manipulaci s anotovanými proměnnými nad existujícími systémy. Definice této superstruktury bude vycházet z už navržených mapování popsaných v úvodu. Bude se především jednat o precizní definici metody pro výběr optimálního řešení, tak aby byl umožněn společný pohled na určitou množinu systémů prostřednictvím anotovaných proměnných. Dalším cílem je návrh vlastního speciálního rámce pro práci s anotovanými proměnnými, který by umožnil především inkrementální, resp. kvazi-inkrementální manipulaci s těmito omezeními. Inkrementální manipulace s omezeními znamená, že jsme schopni do již vyřešeného systému omezení přidat omezení další a přitom nebude docházet k opakovanému počítání celého systému omezení a jsme tedy schopni efektivně využívat dříve vypočítané výsledky. Kvazi-inkrementalitou pak máme na mysli, že sice není už efektivní přidávání omezení do systému po jednom, ale při přidání většího množství omezení jsme opět schopni předvypočítané znalosti efektivně využívat. Definice superstruktury i vlastního speciálního systému pak přinášejí možnost použití větší expresibility preferencí a přirozenější definice problémů v aplikačních oblastech jako je plánování. Inkrementální varianta systému s anotovanými proměnnými, k jejímuž vývoji jsou předpoklady vzhledem k vlastnostem anotovaných proměnných, by pak umožnila i efektivnější manipulaci s konkrétními problémy z oblasti příliš podmíněných systémů. Výsledky získané při návrhu těchto formálních specifikací bude už možné uvést jako příspěvek na konferenci *Constraint programming '99* nebo na podobné akci světového významu.

Vyvinutý teoretický aparát by měl sloužit jako základ pro návrh vhodného algoritmu nebo algoritmů pro práci s relativně obecnými systémy omezení s anotovanými proměnnými, které by byly schopny zachytit například oblast tvorby rozvrhů. Vzhledem k tomu bude nutné pokračovat ve studiu existujících algoritmů pro řešení příliš podmíněných systémů, aby bylo možné jejich použití, upravení nebo i návrh nového algoritmu vhodného pro práci s anotovanými proměnnými.

Prezentace výsledků

Výsledky projektu budou prezentovány na konferenci *CP '99* (*Constraint Programming '99*), která je akcí světového významu, nebo na zahraniční konferenci podobného zaměření a významu a také na lokální koferenci *SOFSEM '99*. Dále budou výsledky prezentovány na informatickém kolokviu Fakulty informatiky a jako technická zpráva Fakulty informatiky. Přínos tohoto projektu se bude odrážet v disertační práci Mgr. Hany Rudové. Na závěr bude podána zpráva o využití přidělených finančních prostředků.

Návaznosti

Práce navazuje na projekt Logické programování s omezujícími podmínkami Fondu rozvoje vysokých škol z roku 1998 a také souvisí s vlastním výzkumem řešitele v oblasti prakticky využitelných systémů logického programování.

Výsledky budou využity ve výukových výstupech v magisterském a PGS studiu matematické informatiky i při následujích bakalářských a diplomových pracech na Fakultě informatiky.

Charakteristika řešitelského kolektivu

Řešitel: Dr. Luděk Matyska, CSc. – výzkumný ředitel Ústavu výpočetní techniky Masarykovy univerzity, vedoucí Superpočítačového centra MU, odborný asistent na katedře informačních technologií Fakulty informatiky, školitel spoluřešitelky, studentky PGS studia Mgr. Hany Rudové.
Spoluřešitel: Mgr. Hana Rudová – interní PGS student Fakulty informatiky, podílí se na vývoji v oblasti příliš podmíněných systémů.

Materiální vybavení

K řešení úloh jsou používány prostředky logického programování jako je SICStus Prolog a ECL^{i}PS^e, jejichž licenci s omezením na vědeckou a pedagogickou práci vlastní Fakulta informatiky MU.

Popsané softwarové systémy jsou používány z prostředí operačního systému UNIX. Fakulta informatiky poskytuje také velmi dobré hardwarové zázemí. Je zde řada pracovních stanic a serverů firmy Silicon Graphics, SUN a samozřejmě také osobní počítače. Pro nejnáročnější výpočty využíváme také superpočítač SGI Power Challenge v Superpočítačovém centru Masarykovy univerzity, kde je možné řešit i velmi rozsáhlé systémy omezení.