

Házi feladat

Programozás alapjai 2

Terv

Mészáros Anna Veronika (I8SQUE)

Specifikáció

A feladat

A program egy számológépet (spreadsheet) fog megvalósítani. A számológépet egy $N \times M$ -es négyzetrács fogja reprezentálni, minden rácpontja pedig vagy egy számot, vagy egy, akár más cellákra való hivatkozást tartalmazó, aritmetikai műveletet fog tartalmazni. A cellákat egy konzolos felületen keresztül lehet majd módosítani, illetve tartalmukat a konzolra vagy egy fájlba kiírni.

Megvalósított műveletek

- egyszerű aritmetikai műveletek: összeadás, kivonás, szorzás, osztás (valós számokkal)
- más cellákra vett abszolút vagy relatív hivatkozás (és ezek felhasználása kifejezésekben)
 - a program a kifejezés kiértékelésekor figyelembe veszi, hogy ne legyen körkörös hivatkozás, illetve hogy a hivatkozások ne "lógjanak ki" a táblázatból
- tartományon végrehajtható függvények: pl. tartomány összegzése, átlaga
 - a tartományok mindenképp téglalap alakúak és két átellenes cellájukkal kell megadni őket
 - a program ebben az esetben is vizsgálja a körkörös hivatkozásokat

A konzolos felület és funkciók

A konzolos felületen alapvető parancsok kiadásával lehet majd manipulálni a számológép állapotát. Minden parancs egy egyszerű kulcsszóból, illetve pár paraméterből áll. A paramétereket szóközzel választjuk el, így a semelyik paraméter nem tartalmazhat szóközt. Cellák paraméterben átadásakor az oszlopot betűvel (a-tól), a sort pedig számmal (1-től) indexeljük (pl. A1, bc23). A kifejezéseket az ismert táblázatkezelők által használt formátumhoz hasonlóan kell megadni (pl. $\text{sum}(b2:c3)+a1*2$). Amennyiben a felhasználó valamilyen szempontból hibás parancsot ad ki, a program ezt egy megfelelő, a konzolra kiírt, hibaüzenettel jelzi.

A konzolos felületen az alábbi parancsok lesznek elérhetőek:

- **new [egész] [egész]** - létrehoz egy új $N \times M$ -es táblát és 0-val inicializálja (ha volt előző tábla, azt eldobja)
- **resize [egész] [egész]** - a jelenlegi táblát átméretezi (ha mérete csökken, az adatok elvesznek, ha nő, akkor az új cellák értéke 0 lesz)
- **print** - a számológépben található értékek listázása a konzolra
- **set [cella] [kifejezés]** - egy adott cellának az értékét beállítja a paraméterként kapott kifejezésre
- **pull [cella] [cella]** - az adott tartományban "lehúzza" az első paraméterként kapott cella tartalmát, azaz lemásolja, és a benne található relatív hivatkozásokat a cella kezdőcellától vett relatív pozíciójának megfelelően eltolja
- **show [cella]** - kiírja az adott cellában található kifejezést, és annak értékét is
- **export [fájlnév]** - a számológépben található értékeket kiírja egy fájlba
- **save [fájlnév]** - a számológépben található kifejezéseket kiírja egy fájlba
- **load [fájlnév]** - az adott fájlból beolvassa és létrehozza a számológépet (ha a fájlt az export utasítással írtuk ki a fájlba, akkor csak az értékeket tudja visszatölteni)

Terv

Kifejezések leírása - Expression osztály és leszármazottai

A programban minden kifejezés az Expression absztrakt alaposztályból származik. Így minden kifejezésnek megvannak (többek között) az alábbi alapvető metódusai:

- **eval** - kifejezés kiértékelése, `const char*` kivételt dob ha valami probléma lép fel
- **checkCyclic** - megnézi hogy a kifejezésben található hivatkozások között van-e körkörös, azaz hivatkozik-e a kapott listának bármely elemére
- **safeEval** - kiértékeli a kifejezést, úgy, hogy figyel a körkörös hivatkozásokra
- **show** - kiírja a kifejezést, mint képletet

Az Expression alaposztályból 4 további osztály származtatik: a számok, a cellahivatkozások tárolására, illetve a függvények, valamint az aritmetikai műveletek leírására szolgáló osztályok.

Range osztály

A függvények egy tartományon belül értékelődnek ki, ennek a tartománynak a reprezentációját a Range osztály valósítja meg. Az osztály legfontosabb tulajdonsága, hogy rendelkezik egy iterátorral, aminek segítségével a tartomány sorfolytonosan bejárható.

ExprPointer osztály

A kifejezéseket a gyakorlatban pointerként tároljuk el, ezen pointerok kezelésének megkönnyítésének érdekében létrehozunk egy ExprPointer osztályt, ami dinamikus memóriaterületen található kifejezést kezel, destruktorában pedig felszabadítja őket.

A táblázat - Sheet osztály

A Sheet osztály egy $N \times M$ méretű dinamikus memóriaterületen sorfolytonosan tárolja el az adott cellában lévő kifejezés értékét az ExprPointer osztály példányaként. A publikus függvényei kezelik a betű+szám indexelési formáról a 0-tól kezdődő, kizárólag számokkal való indexelésre áttérést. Ezen kívül többek között képes a benne lévő kifejezések kiértékelésére és kiírására.

A felhasználói felület - Console osztály

A Console osztálynak megadhatunk egy input- és egy outputstream-et, ahonnan a parancsokat fogja beolvasni, illetve a parancsok eredményét ki fogja írni. Az osztály mindig egy darab táblázatot tartalmaz, a kapott utasításokat ezen hajtja végre. A parancsok kulcsszavait a readCommand tagfüggvény értelmezi, és ő hívja meg a megfelelő parancsot lekezelő tagfüggvényt. Az adott tagfüggvény az inputstreamről beolvassa a parancs paramétereit és végrehajtja a azt.

Kifejezések értelmezése - A Parser osztály

A parser osztályt egy `std::string`-el inicializáljuk, amit a Parser konstruktora az alábbi tokenekre bont: MINUS, PLUS, SLASH, STAR, LEFT_BR, RIGHT_BR, COLON, DOLLAR, NUMBER, STRING. Ezután a Parser a parse tagfüggvényének segítségével megpróbálja értelmezni az adott kifejezést, és amennyiben ez lehetséges (azaz a kifejezés szintaktikailag helyes), létre is hozza a kifejezést dinamikus memóriaterületen, különben `const char*` típusú kivételt dob. A kifejezés értelmezése az alábbi szabályok alapján zajlik:

```
expression → factor ( ( "-" | "+" ) factor ) * ;
factor      → unary ( ( "/" | "*" ) unary ) * ;
unary       → "-" unary | function | primary;
function    → STRING "(" cell ":" cell ")";
cell        → ('$')? STRING ('$' NUMBER)?;
primary     → NUMBER | "(" expression ")" | cell;
```

Minden ilyen fent leírt szabályhoz tartozik egy-egy tagfüggvény, amelyeknek feladata, hogy a tokenlistának éppen aktív (current) tokenjétől kezdve megpróbáljon értelmezni egy megfelelő típusú kifejezést, ha ez lehetséges, akkor az ehhez szükséges tokeneket “elfogyasztja”, így a következő ilyen tagfüggvény azokat a tokeneket már nem fogja tudni felhasználni. Így láthatjuk, hogy a parse függvény igazából csak annyit tesz, hogy az első token állítja be aktív tokennek (current=0) és meghívja az expression-t értelmező függvényt.

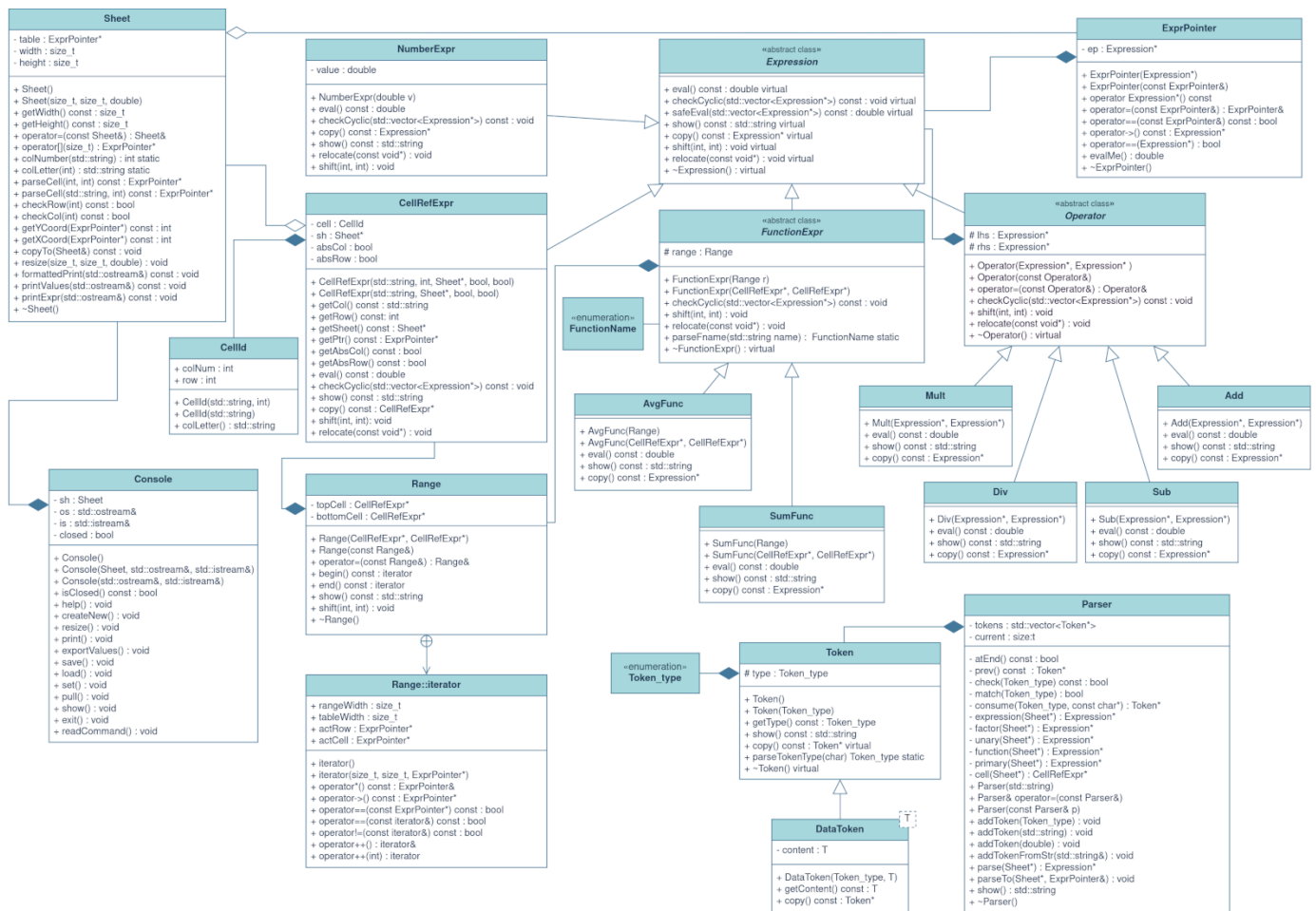
A kifejezések értelmezésének pontos menetének megvalósításához a program Robert Nystrom: Crafting Interpreters c. könyvéből merít ihletet, amely az alábbi linken elérhető: <https://craftinginterpreters.com>.

Tokenek

A tokeneket egy külön osztály reprezentálja, a Token alaposztály példányai azok a tokenek, amelyeknek a típusán kívül nincs más jelentéstartalmuk (pl. szorzás, \$). Az olyan tokeneknek, melyeknek lehet a típusukon kívül más tartalma a DataToken osztály példányai - ebben a programban ilyen tokenek a STRING és a NUMBER tokenek, ezeket DataToken<std::string> és DataToken<double> osztályok reprezentálják.

Osztálydiagram

Az eddig leírt terv UML diagramja:



Terv későbbi módosításai

Hibakezelés

A `const char*` típusú hibák helyett két egyedi hibaosztály van származtatva az `std::runtime_error` osztályból. Ezek az alábbiak:

- `eval_error` - kifejezések kiértékelésekor léphet fel pl. körkörös hivatkozás vagy indexelési hibák miatt
- `syntax_error` - szintaktikailag helytelen kifejezések értelmezésekor léphet fel pl. nics elég operandusa egy műveletnek vagy érvénytelen függvénynevet adott meg a felhasználó

Teljesen globális függvények kiiktatása

A globális scope-ban található függvényeket a megfelelő osztályba vannak áthelyezve, mint `static` függvények.

Minden adattag privát

Korábban publikus adattagok helyett privát adattagok, getter és setter függvények lettek bevezetve.

Terv véglegesítése

- egyértelműbb változó- és adattag nevek
- konstans referenciák használata paraméterbeli átadás helyett
- nemnegatív számok reprezentálására `unsigned int` használata `int` helyett
- felesleges iterator konstruktor eltávolítása
- `std::optional` használata `INVALID` függvénynév helyett

Frissített osztálydiagram

A következő oldalon található a végleges osztálydiagram:

