PROJETO 2018

O projeto a ser implementado durante o ano letivo é um sistema de informação geográfica simplificado, como definido abaixo.

> *A geographic information system (GIS) is a computer system for capturing, storing, checking, and displaying data related to positions on Earth's surface. GIS can show many different kinds of data on one map. This enables people to more easily see, analyze, and understand patterns and relationships.*
> **Fonte: http://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/**

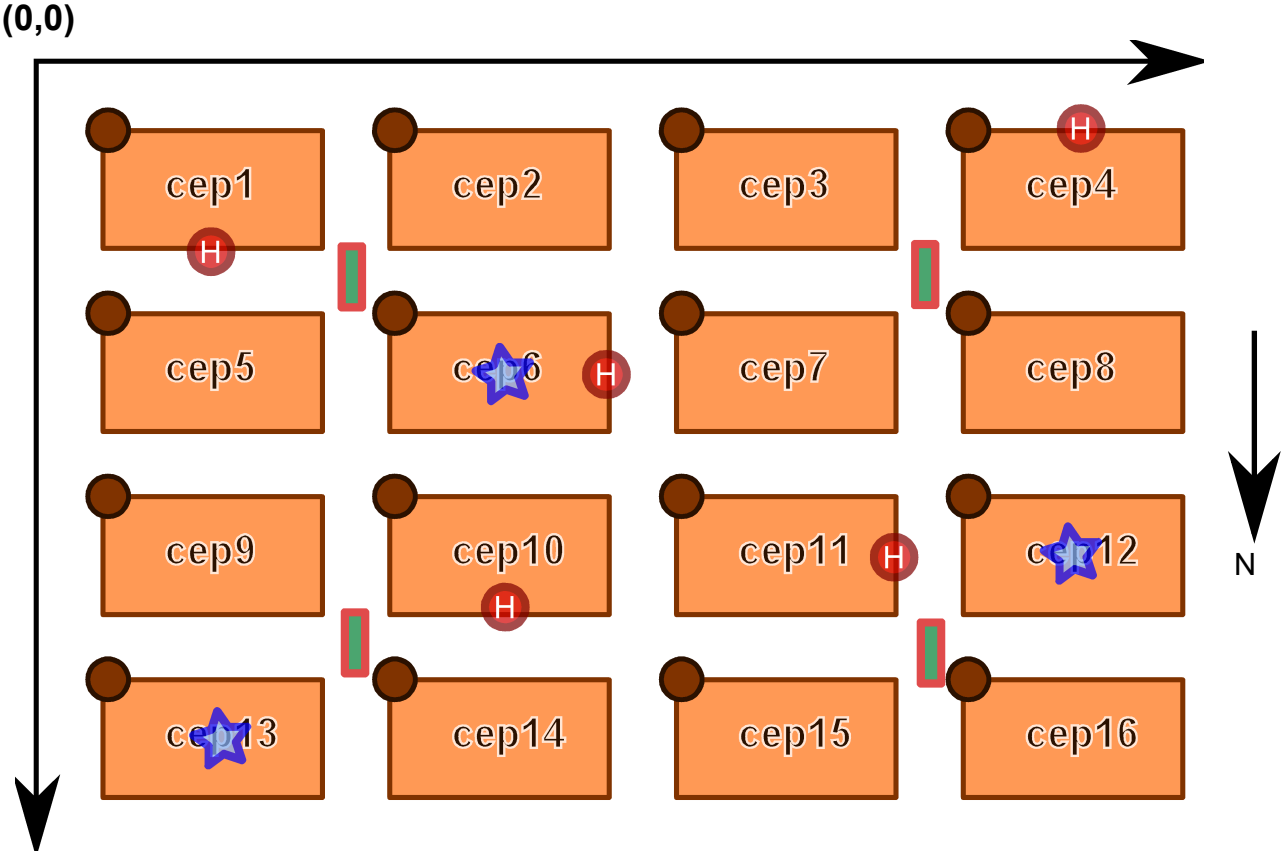
O sistema será implementado incrementalmente e em fases. É importante enfatizar que em cada fase o sistema evolui, isto é, novas funcionalidades são acrescentadas, requisitos de implementação podem ser mudados, porém, as funcionalidades existentes **devem continuar funcionais**.

DESCRIÇÃO

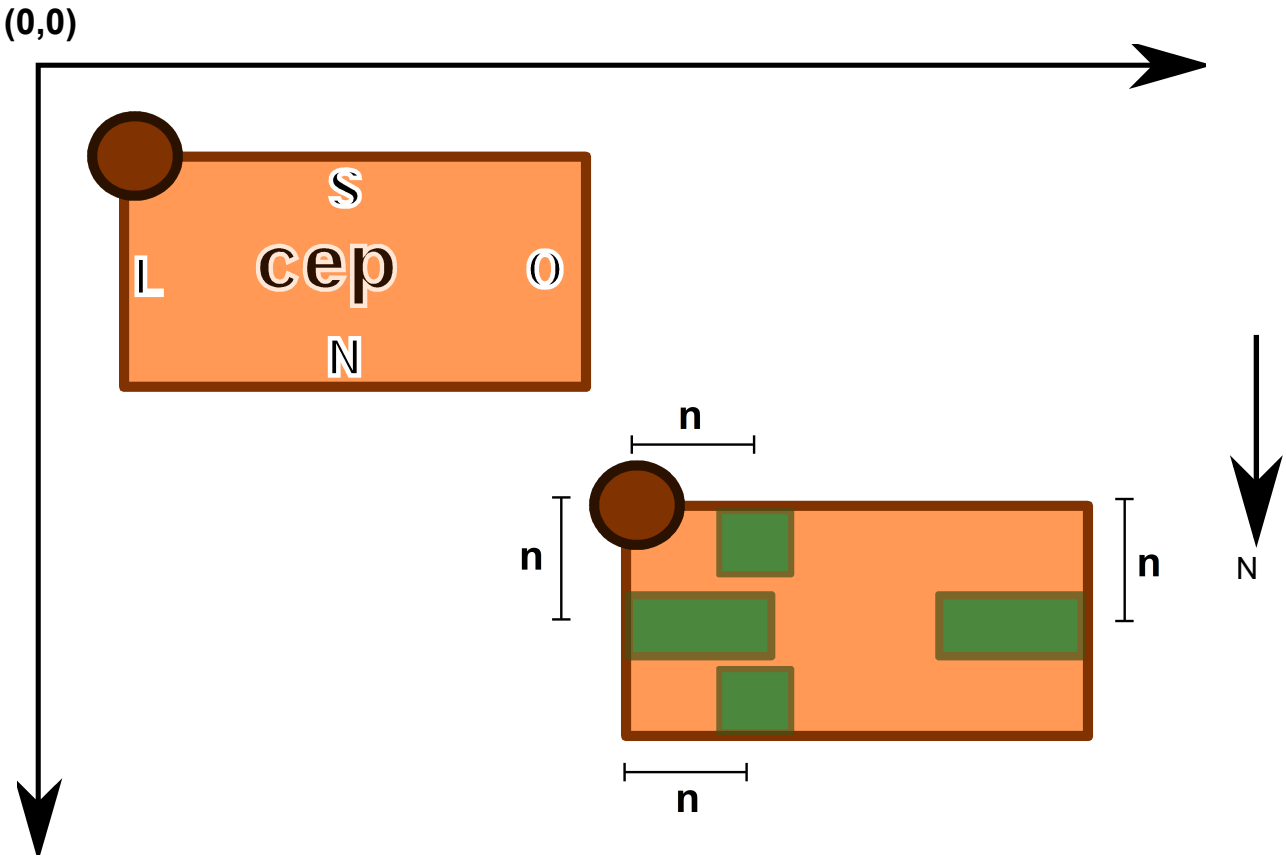
Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), para a nossa finalidade, é um sistema que contém (não exclusivamente) dados geo-referenciados, isto é, dados com algum atributo de localização espacial (uma coordenada).

O sistema manipulará o mapa de uma cidade e algumas informações relacionadas.

O mapa de uma cidade é composto por um conjunto de retângulos que representam as quadras; e, um conjunto de equipamentos urbanos (hidrantes, semáforos, torres de celular, pontos de ônibus, etc). Cada equipamento urbano é localizado no mapa por um único ponto, conforme o exemplo abaixo.



A cidade exemplificada acima chama-se **Bitnópolis** e possui 16 quadras. O sistema de endereçamento de Bitnópolis é inspirado no de nossa capital federal. Cada **quadra** possui 4 **faces** (N,S,L,O) e é identificada por um **CEP** alfanumérico. O número de uma casa ou estabelecimento comercial é a **distância** da frente da casa até uma projeção do ponto de ancoragem do retângulo que representa a quadra (veja figura abaixo). Assim, um endereço é da forma CEP/Face/número, por exemplo, cep15/S/45. O ponto de ancoragem do retângulo é o canto sudeste da quadra.



ENTRADA DE DADOS

A entrada de dados, via de regra, ocorrerá por meio de um ou mais arquivos. Estes arquivos estarão sob um diretório, referenciado por **BED** neste texto.[1]

SAIDA DE DADOS

O dados produzidos serão mostrados na saída padrão e/ou em diversos arquivos-texto. Alguns resultados serão gráficos no formato SVG. Os arquivos de saída serão colocados sob um diretório, referenciado por **BSD** neste texto.[2]

ORGANIZAÇÃO DA ENTREGA

O trabalho deve ser submetido no formato **ZIP**, cujo nome deve ser curto, mas suficiente para identificar o aluno ou a equipe.[3] Este arquivo deve estar organizado como descrito à frente.

1 Indicado pela opção -e.
2 Indicado pela opção -o.
3 Por exemplo, jrsilva.zip (se aluno se chamar José Roberto da Silva), jrsilva-mrcarneiro.zip (para uma equipe com dois alunos. Evite usar maiúsculas, caracteres acentuados ou especiais.

PROCESSO DE COMPILAÇÃO E TESTES DO TRABALHO

Organização do ZIP a ser entregue

A organização do zip a ser entregue pelo aluno deve ser a seguinte:

[abreviatura-nome]	*Por exemplo, jrsilva.*
LEIA-ME.txt	*colocar matrícula e o nome do aluno. Atenção: O número da matricula de estar no início da primeira linha do arquivo. Só colocar os números; não colocar qualquer pontuação.*
*	*Outros arquivos podem ser solicitados a cada fase.*
/src	*(arquivos-fonte)*
makefile	*deve ter target para a geração do arquivo objeto de cada módulo e o target* **siguel** *que produzirá o executável de mesmo nome dentro do mesmo diretório* **src**. *Os fontes devem ser compilados com as opções* **-pedantic -ansi**.
*.h e *.c	***Atenção:*** *não devem existir outros arquivos além dos arquivos fontes e do makefile*

Organização do diretório para a compilação e correção dos trabalhos (no computador do professor):

[HOME_DIR]	
*.py	*scripts para compilar e executar*
\t	*diretório contendo os arquivos de testes*
*.geo	*arquivos de teste e, talvez, alguns outros sub-diretórios*
\alunos	*(contém um diretório para cada aluno)*
\abrnome	*diretório pela expansão do arquivo submetido (p.e., jrsilva)*
	outros subdiretórios para os arquivos de saída informados na opção -o

Os passos para correção serão os seguintes:

1. O arquivo .zip será descomprimido dentro do diretório alunos, conforme mostrado acima
2. O makefile provido pelo aluno será usado para compilar os módulos e produzir o executável. Os fontes serão compilados com o compilador gcc em um máquina virtual Linux. Os executáveis devem ser produzidos no mesmo diretório dos arquivos fontes O professor usará o GNU Make. Serão executadas (a partir dos scripts) o seguinte comando:
   - **make siguel**
3. O programa será executado automaticamente várias vezes: uma vez para cada arquivo de testes e o resultado produzido será inspecionado visualmente pelo professor. Cada execução produzirá (pelo menos) um arquivo **.svg** diferente dentro do diretório informado na opção **-o**. Possivelmente serão produzidos outros arquivos .svg e .txt.

APENDICE

https://www.gnu.org/software/make/manual/make.html
http://opensourceforu.com/2012/06/gnu-make-in-detail-for-beginners/

FASE I

A Entrada

A entrada do algoritmo será basicamente um conjunto de retângulos e círculos dispostos numa região do plano cartesiano e, possivelmente, algumas consultas, por exemplo, que indagam se duas das formas geométricas se sobrepõem.

Considere a Ilustração 1. Cada forma geométrica é definida por uma coordenada âncora e por suas dimensões. A coordenada âncora do círculo é o seu centro e sua dimensão é definida por seu raio. A coordenada âncora do retângulo é seu canto inferior esquerdo[4] e suas dimensões são sua largura e sua altura. As coordenadas que posicionam as formas geométricas são valores reais e estão contidas dentro da região delimitada pelos cantos (0,0) e (x_{max},y_{max}). Cada forma geométrica é indentificada por um número inteiro.

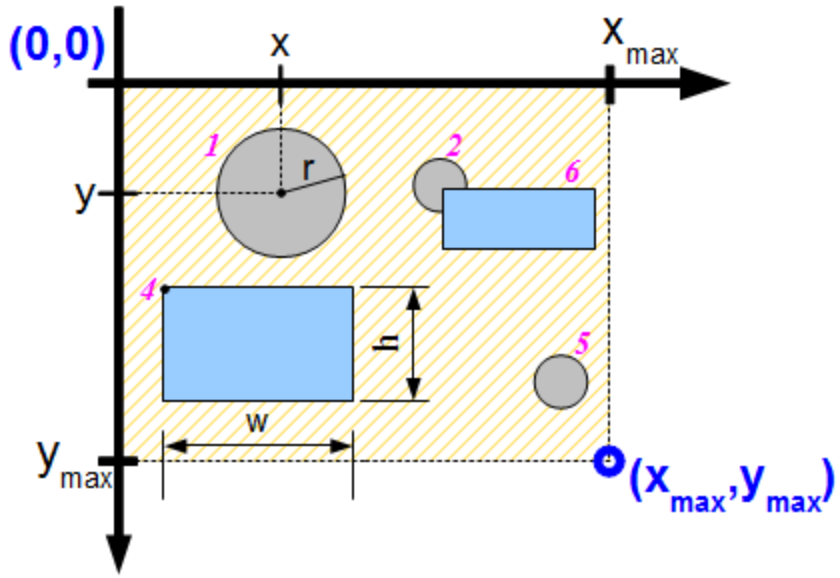


Ilustração 1

A tabela abaixo mostra o formato do arquivo de entrada, composto, basicamente, por conjunto de comandos (uma operação por linha), a saber: **`c`** (desenhe um círculo), **`r`** (desenhe um retâgulo), **`o`** (consulta sobreposição), **`i`** (ponto é interno a figura?), **`d`** (calcule a distância entre duas figuras) e **`a`** (desenhe apenas as âncoras das figuras). A última linha possui a marca de final de arquivo (**`#`**).

Cada comando tem um certo número de parâmetros. Os parâmetros mais comuns são:

- `i,j,k`: número inteiro, maior ou igual a 1. Identificador de uma forma geométrica criada pelos comandos c ou r.
- `r`: número real. Raio do círculo.
- `x,y`: números reais. Coordenada (x,y).
- `cor`: string. Cor válida dentro do padrão SVG.[5]

4 Note que o plano cartesiano está desenhado "de ponta-cabeça" em relação à representação usual.
5 http://www.december.com/html/spec/colorsvg.html.

comando	parâmetros	descrição
nx	`i`	*Altera o número máximo de círculos e retângulos (i.e., c + r) criados no arquivo. O valor default é 1000.*
c	`i cor1 cor2 r x y`	*desenhar círculo. cor1 é a cor da borda e cor2 é a cor do preenchimento*
r	`i cor1 cor2 w h x y`	*desenhar retângulo: w é a largura do retângulo e h, a altura. cor1 é a cor da borda e cor2, a do preenchimento*
o	`j k`	*As formas geométricas cujos indentificadores são j e k se sobrepõem?*[6]
i	`j x y`	*O ponto (x,y) é interno à j-ésima forma geométrica?*[7]
d	`j k`	*Qual é a distância entre os centro de massa das formas geométricas i e j?*
a	`i sufixo`	*Cria um arquivo svg contendo os círculos e retângulos referentes aos comandos c e r processados até o momento. Além dos círculos e retângulos, devem ser traçadas linhas a partir do centro de massa da figura de identificador i até o centro de massa de todas as outras figuras.* *O nome do arquivo gerado deve ser* nomebase-*sufixo.svg. As linhas devem ser desenhadas usando a cor da borda da figura* `i`*. Próximo a cada linha deve ser escrito o seu comprimento.*
#		*Marca o final do arquivo*

A figura abaixo mostra um exemplo de um arquivo de entrada (consistente com a Ilustração 1). Note que a extensão do arquivo é **`.geo`**. As primeiras operações desenham círculos e retângulos. Na parte parte final do arquivo, estão colocadas duas consultas de sobreposição. A primeira pergunta se o círculo 2 e o retângulo 6 se sobrepõem (de fato, sim) e, a segunda, pergunta se os círculos 1 e 5 se sobrepõem (de fato, não). O último comando solicita que seja produzido um outro arquivo **`.svg`** (a01-lnhs2.svg) mostrando linhas originárias do centro de massa da figura 2 até cada uma das outras figuras, anotando na respectiva linha o seu comprimento.

https://www.w3.org/Graphics/SVG/IG/resources/svgprimer.html

6 A borda da figura pertence à figura. Assim, as figuras que coincidem apenas nas bordas também se sobrepõem.

7 Um ponto na borda da figura pertence à figura, **mas não é interno** à figura.

```
c 1 grey magenta 50.00 50.0 30.00
r 6 cyan yellow 121.0 46.0 100.0 30.0
c 2 grey magenta 120.0 45.0 15.0
r 4 cyan yellow 10.0 150.0 90.0 40.0
c 5 grey magenta 230.0 180.0 13.0
o 2 6
o 1 5
a 2 lnhs2
#
```

***a01*.geo**

A Saída

O programa deverá produzir um arquivo **`.svg`** e um arquivo **`.txt`** ambos com o mesmo nome base do arquivo **`.geo`**.

O arquivo .svg produzido deve mostrar as formas geométricas. Além disso, para o comando **`o`**, caso as figuras identificadas se sobreponham, elas devem ser envolvidas por um retângulo tracejado contendo a palavra "sobrepoe". Existem várias ferramentas que renderizam arquivos .svg. As figuras abaixo mostram um exemplo de arquivo **`.svg`** e sua respectiva renderização.

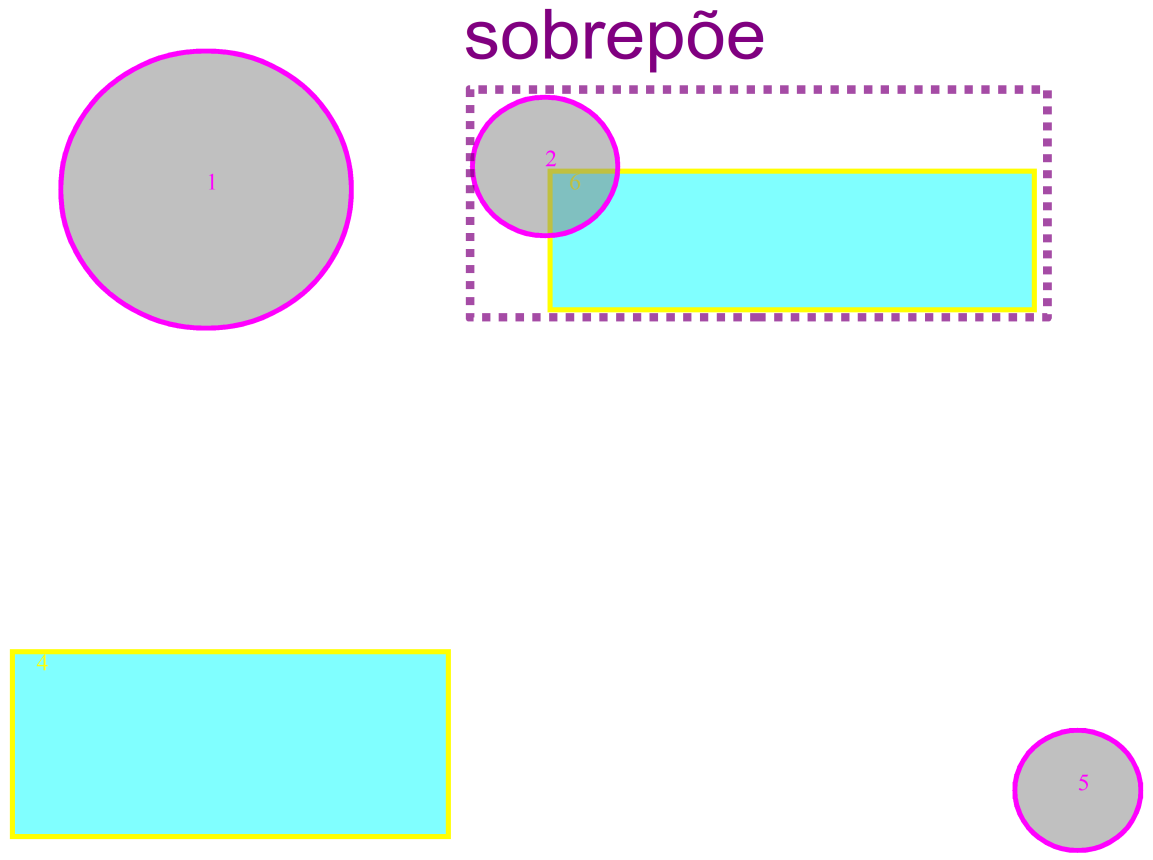


Illustration 2: Arquivo a01.svg

A operação **a** deve produzir um outro arquivo .svg, com nome *nomebase*`-sufixo.svg`, (no exemplo, `a01-lnhs2.svg`) , como exemplificado na figura abaixo.

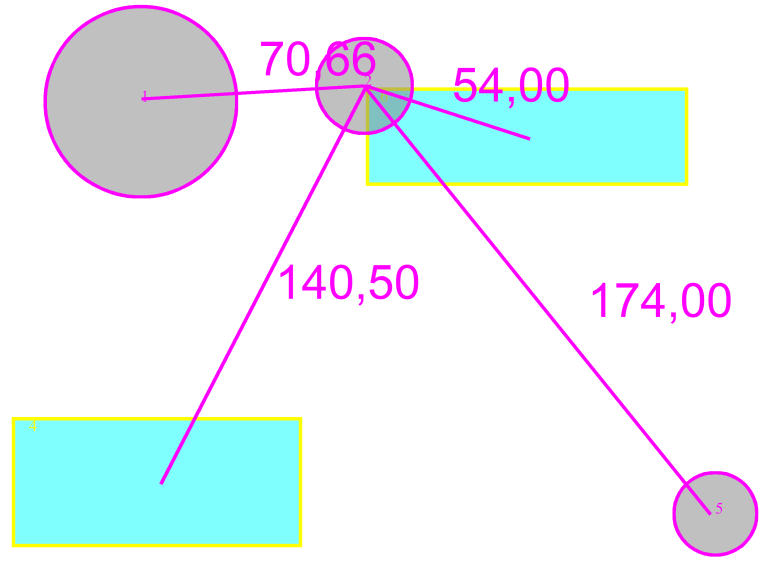


Illustration 3: Arquivo a01-lnhs2.svg

O processamento de um arquivo `.geo` deve também produzir um arquivo-texto contendo o resultado das consultas `i, d, o`. Este arquivo-texto deve ser nomeado `nome-base.txt`. Neste arquivo deve ser copiado em uma linha o texto da consulta e, na linha seguinte, o seu resultado.

```
o 2 6
SIM
o 1 5
NAO
```

Arquivo a01.txt

O Programa

O nome do programa deve ser `siguel` e aceitar três parâmetros:

`siguel [-e` *`path`*`] -f` *`arq`*`.geo -o` *`dir`*

O primeiro parâmetro (`-e`) indica o diretório base de entrada. É opcional. Caso não seja informado, o diretório de entrada é o diretório corrente da aplicação. O segundo parâmetro (**`-f`**) especifica o nome do arquivo de entrada que deve ser encontrado sob o diretório informado pelo primeiro parâmetro . O último parâmetro (**`-o`**) indica o diretório onde os arquivos de saída (***`.svg`*** **e** ***`.txt`***) deve ser colocados. Note que o nome do arquivo pode ser precedido por um caminho relativo; ***`dir e path`*** é um caminho absoluto ou relativo (ao diretório corrente).

A seguir, alguns exemplos de possíveis invocações de **`siguel`**:

- `siguel -e /home/ed/testes/ -f t001.geo -o /home/ed/alunos/aluno1/o/`
- `siguel -e /home/ed -f ts/t001.geo  -o /home/ed/alunos/al1/o`
- `siguel -f ./tsts/t001.geo -e /home/ed -o /home/ed/alunos/aluno1/o/`
- `siguel -o ./alunos/aluno1/o -f ./testes/t001.geo`

FASE II (Rascunho)

Nesta fase serão acrescentados quadras e equipamento urbanos. A nossa cidade começa a tomar forma. Temos quadras, hidrantes, radio-bases de telefonia móvel e semáforos.

Recentemente, em Bitlândia (o país onde está Bitnópolis) foi editada uma lei que determina a distância mínima entre as rádio-bases de uma cidade. A distância mínima é a distância entre as rádio-bases mais próximas no momento da edição da lei. Assim, uma de suas tarefas é encontrar quais são as duas torres mais próximas na cidade qual a distância entre elas.

Novos comandos ao arquivo **`.geo`**:

comando	parâmetros	
q	`cep x y larg alt`	*Insere uma quadra (retângulo e cep)*
h	`id x y`	*Insere um hidrante*
s	`id x y`	*Insere um semáforo*
t	`id x y`	*Insere uma rádio-base (torre de celular)*
cq	`cstrk cfill`	*Cores do preenchimento e da borda das quadras (a partir deste comando)*
ch	`cstrk cfill`	*Cores do preenchimento e da borda dos hidrantes (a partir deste comando)*
ct	`cstrk cfill`	*Cores do preenchimento e da borda das torres de celular (a partir deste comando)*
cs	`cstrk cfill`	*Cores do preenchimento e da borda dos semáforos (a partir deste comando)*

Novos comandos do arquivo .geo

A partir desta fase, um novo arquivo será utilizado. Arquivos `.qry`:[8] podem conter alguns comandos de atualização e consulta.

comando	parâmetros	
q?	`x y larg alt`	*Reporta as quadras e equipamentos urbanos que estejam inteiramente dentro da retângulo determinado pelos parâmetros do comando.* *Saída: arquivo.txt: todos os dados sobre as quadras e equipamentos urbanos selecionados.* *arquivo.svg: traçar o retângulo da região de busca com linhas pontilhadas.*
Q?	`raio x y`	*Similar a q?. A região de busca é dada pelo círculo com centro* `x,y` *e raio* `raio`.

8 O arquivo `.qry` será informado pelo parâmetro `-q`.

comando	parâmetros	
dq	`x y larg alt`	*remove todas quadras que estiverem inteiramente dentro do retângulo determinado pelos parâmetros do comando. Obs. Este comando, em particular, deve remover uma quadra inserida pelo comando* **`q`** *com idênticos parâmetros* `x`, `y`, `larg` *e* `alt`. *Saída. arquivo .txt: deve apresentar os ceps das quadras removidas. arquivo .svg: deve apresentar o retângulo correspondente à região da consulta; as quadras removidas não devem aparecer*
dle	`t x y larg alt`	*Semelhante ao dq. Remove equipamentos urbanos do tipo* `t` *dentro da região. (reporta o id e não mostra no .svg) t pode ser qualquer combinação:* `h` *(hidrante),* `s` *(semaforo),* `r` *(rádio-base)*
Dq	`raio x y`	*Remove todas as quadras que estiverem inteiramente contidas dentro do círculo de centro em (x,y) e de raio* `raio`. *Reporta no arquivo .txt o cep das quadras. Quadras removidas não devem ser mostradas no .svg.*
Dle	`t x y raio`	*Semelhante a dle. Remove os equipamentos urbamos do tipo t dentro da região. (Reporta o* `id`*, não mostra no .svg)*
cc	`( cep | id ) cstrk cfill`	*Muda as cores do contorno e do preenchimento da quadra identificada por* `cep` *ou do equipamento urbano identificado por* `id`. *Saída: arquivo.svg: quadra ou equipamento pintados com as novas cores.*
crd?	`( cep | id )`	*Imprime no arquivo .txt as coordenadas e a espécie do equipamento urbano de um determinado cep ou com uma determinada identificação. Atenção: quadras e equipamentos que foram removidos por comandos d* e D* devem efetivamente ter sido removidos.*
crb?		*Determina quais são as duas rádio-bases mais próximas. Saida: arquivo.svg: circular a rádio-base destacando-a; arquivo.txt: reportar id das torres e a distância.*
Comandos do arquivo .qry		

EXEMPLOS

```
cq blue black
ch red yellow
ct black red
q cep_001-10 37.00 15.00 89.00 40.00
q cep_001-20 137.00 15.00 89.00 40.00
q cep_001-30 237.00 15.00 89.00 40.00
cq yellow green
q cep_002-10 37.00 115.00 89.00 40.00
q cep_002-20 137.00 115.00 89.00 40.00
q cep_002-30 237.00 115.00 89.00 40.00
h h-12 40.00 60.00
r 6 cyan yellow 121.0 46.0 100.0 30.0
c 2 grey magenta 120.0 45.0 15.0
r 4 cyan yellow 10.0 150.0 90.0 40.0
c 5 grey magenta 230.0 180.0 13.0
```

a1.geo

```
Dq 100.50 99.9 100.0
crd? cep_001-10
crd? h-12
crb?
dle hr 20.0 30.0 50.0 60.0
crb?
Dle s 100.50 99.9 100.0
Q? 100.50 99.9 100.0
```

q1.qry

A SAIDA

A arquivo `.geo` (com os novos comandos) deve continuar produzindo as mesmas saídas da fase anterior. As quadras devem ser renderizados como retângulos e pintadas como determinado pelo comando `cq`. Os outros equipamentos urbanos devem ser similarmente pintados com as cores de contorno e de preenchimento informadas pelos respectivos comandos.

Caso o arquivo .geo seja processado com um arquivo .qry, outro arquivo .svg deve ser produzido. O nome deste outro arquivo deve ser a concatenação dos nomes-base de cada um dos arquivos de entrada (no exemplo, a1-q1.svg) O arquivo `.svg` deve ser produzido após o arquivo `.qry` tiver sido processado.

A IMPLEMENTAÇÃO

O TAD Listas mostrado em sala de aula deve ser completamente implementado. As quadras e equipamentos urbanos devem ser armazenados em listas diferentes.

Resolver a consulta crb? equivale a resolver o **Problema do Par de Pontos Mais Próximos**. Este é um problema clássico em Geometria Computacional.[9] A implementação desta consulta deve,

9 Consulte Capitulo 33 (Geometria Computacional) do livro do Cormen.

portanto, usar o algoritmo adequado. Tal algoritmo depende da ordenação dos pontos. O algoritmo a ser usado deve ser o heapsort ou o mergesort.[10]

A Avaliação

Espera-se uma atitude pró-ativa para a aquisição dos conhecimentos (i.e., estudo) para resolver o problema proposto.

A avaliação se baseará em três critérios: **(a)** o texto explicando a escolha do algoritmo de ordenação; **(b)** inspeção do código-fonte; **(c)** compilação e testes do executável (o aluno deve entregar os fontes).

O Que Entregar

Submeter a sala Moodle, como de costume, o arquivo .zip com os fontes e com a explicação da escolha.

RESUMO DOS PARÂMETROS DO PROGRAMA SIGUEL

Parâmetro / argumento	Opcional	Descrição
`-e` ***`path`***	S	Diretório-base de entrada (**BED**)
`-f` ***`arq.geo`***	N	Arquivo com a descrição da cidade. Este arquivo deve estar sob o diretório **BED**.
`-o` ***`path`***	N	Diretório-base de saída (**BSD**)
`-q` ***`arq.qry`***	S	Arquivo com consultas

ATENÇÃO: A partir desta fase:
* o fontes devem ser compilados com a opção `-fstack-protector-all`.
* passamos a adotar o padrão C99. Usar a opção `-std=c99`.

10 Você deve implementar e testar os dois. Escolher um deles e justificar sua escolha.