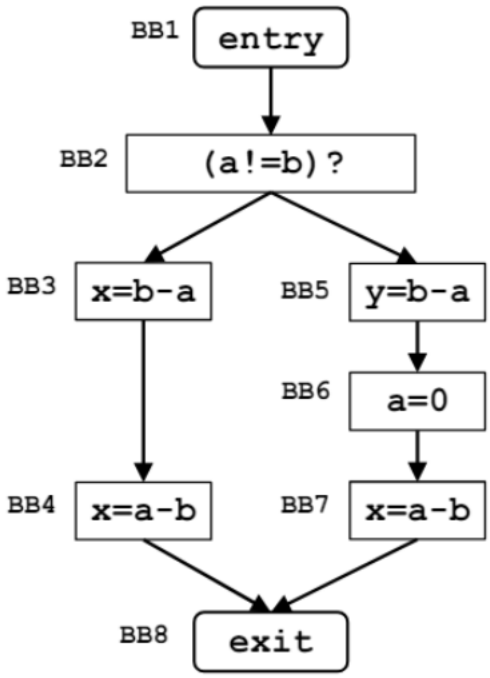
Assignment 2

1. Very Busy Expressions



Un espressione è *very busy* in un punto se è valutata in tutti i percorsi uscenti dal punto e entranti in *EXIT* e non c'è una definizione di almeno un operando lungo tali percorsi. Nel punto indicato, che corrisponde al *BB2* ci sono solo due espressione *(a != b* e *b-a)*, le quali non sono *very busy*, poiché non è vero che qualsiasi sia il percorso intrapreso gli operandi *a* e b non sono mai stati definito prima (seconda condizione) infatti *a* viene definita in *BB6*. In aggiunta, in entrambi i CF l'espressione viene valutata (prima condizione) essendo il *BB2* predecessore di entrambi i rami entranti rispettivamente in *BB3* e *BB5* ed essendo *b-a* valutata in *BB3* e *BB5*.

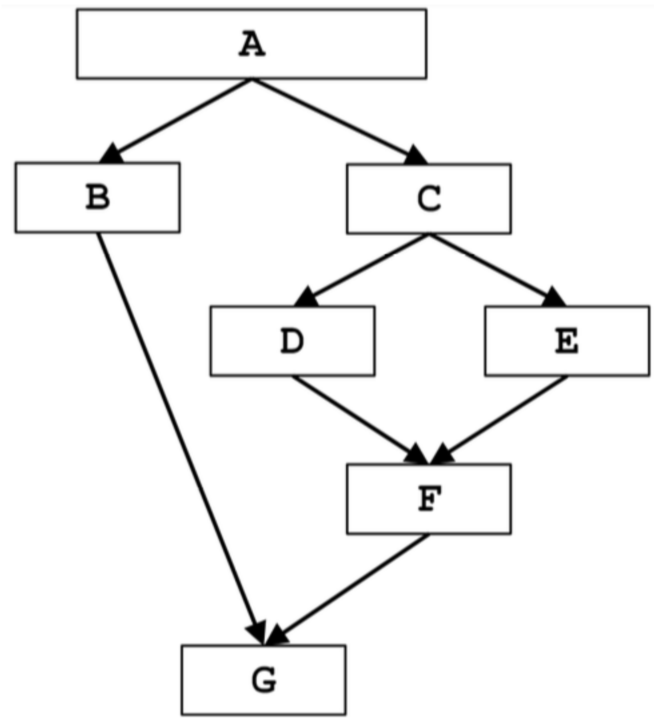
Derivazione per il Dataflow Analysis

	Data flow problem
Domain	Set di espressioni
Direction	Backward: $in[\mathrm{b}] = \mathrm{f_b}(\mathrm{out}[\mathrm{b}])$ $\mathrm{out}[\mathrm{b}] = \wedge\ \mathrm{in}[\mathrm{succ}(\mathrm{b})]$
Transfer function	$\mathrm{f_{b(x)}} = \mathrm{Gen}[\mathrm{B}] \cup (x - Kill[b])$
Meet Operation	$\cap$
Boundary Condition	$in[EXIT] = \emptyset$
Initial interior points	$in[B] = \emptyset$

Iterazioni dell'algoritmo

	1		2	
	IN	**OUT**	**IN**	**OUT**
BB1	$\emptyset$	$\{(b-a)\}$	$\emptyset$	$\{(b-a)\}$
BB2	$\{(b-a)\}$	$\{(b-a);(a-b)\} \cap \{(b-a)\} = \{(b-a)\}$	$\{(b-a)\}$	$\{(b-a);(a-b)\} \cap \{(b-a)\} = \{(b-a)\}$
BB3	$\{(b-a);\ (a-b)\}$	$\{(a-b)\}$	$\{(b-a);\ (a-b)\}$	$\{(a-b)\}$
BB4	$\{(a-b)\}$	$\emptyset$	$\{(a-b)\}$	$\emptyset$
BB5	$\{(b-a)\}$	$\emptyset$	$\{(b-a)\}$	$\emptyset$
BB6	$\emptyset$	$\{(a-b)\}$	$\emptyset$	$\{(a-b)\}$
BB7	$\{(a-b)\}$	$\emptyset$	$\{(a-b)\}$	$\emptyset$
BB8	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

2. Dominator Analysis



Derivazione per il Dataflow Analysis

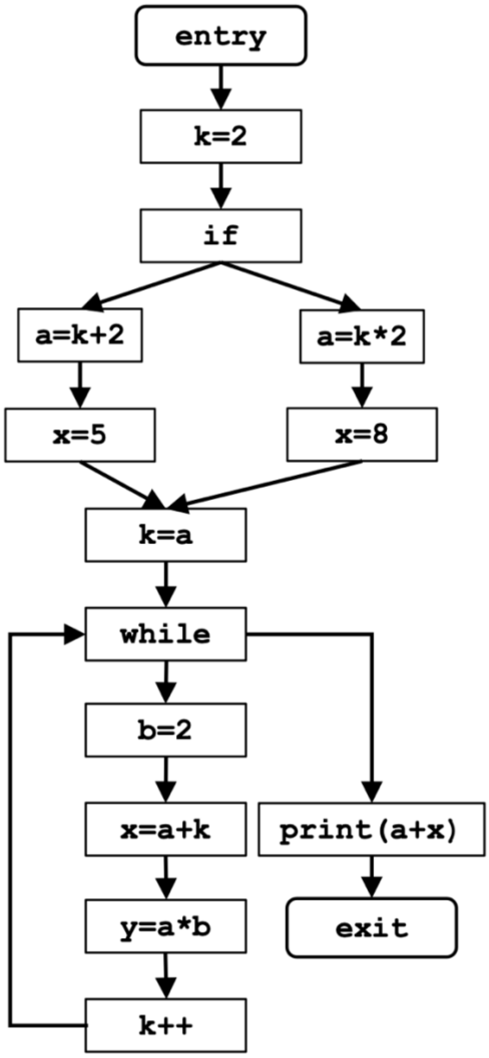
	Data flow problem
Domain	Set di Basic Blocks

Direction	Forward: $out[b] = \mathrm{f_b}(\mathrm{in}[b])$ $\mathrm{in[b]} = \wedge \mathrm{out[pred(b)]}$
Transfer function	$\mathrm{f_{b(x)}} = \mathrm{Gen[B]} \cup x$
Meet Operation	$\cap$
Boundary Condition	$out[entry] = \emptyset$
Initial interior points	$out[B] = \mathcal{U}\ (Universal\ set)$

Iterazioni dell'algoritmo

	1		**2**	
	IN	**OUT**	**IN**	**OUT**
A	$\emptyset$	$\{A\}$	$\emptyset$	$\{A\}$
B	$\{A\}$	$\{A, B\}$	$\{A\}$	$\{A, B\}$
C	$\{A\}$	$\{A, C\}$	$\{A\}$	$\{A, C\}$
D	$\{A, C\}$	$\{A, C, D\}$	$\{A, C\}$	$\{A, C, D\}$
E	$\{A, C\}$	$\{A, C, E\}$	$\{A, C\}$	$\{A, C, E\}$
F	$\{A, C\}$	$\{A, C, F\}$	$\{A, C\}$	$\{A, C, F\}$
G	$\{A\}$	$\{A, G\}$	$\{A\}$	$\{A, C\}$

3. Constant Propagation



Derivazione per il Dataflow Analysis

	Data flow problem
Domain	Set di coppie <*variabile, valore costante*>
Direction	Forward: $out[b] = \mathrm{f_b}(\mathrm{in}[b])$ $\mathrm{in[b]} = \wedge\, \mathrm{out[pred(b)]}$
Transfer function	$\mathrm{f_{b(x)}} = \mathrm{Gen[B]} \cup (x - Kill[b])$
Meet Operation	$\cap$
Boundary Condition	$out[entry] = \emptyset$
Initial interior points	$out[B] = \mathcal{U}\ (Universal\ set)$

Il *meet operator* di intersezione deve essere "aumentato" con una proprietà che rileva se al nodo analizzato la variabile è garantita assumere sempre lo stesso valore ad ogni iterazione.

Iterazioni dell'algoritmo

Per motivi di spazio nella seguente tabella le coppie verranno dichiarate utilizzando la notazione *{variabile, valore}* e non <*variabile, valore*>.

	1	
	IN	**OUT**
k=2	$\{k,2\}$	$\{k,2\}$
if	$\{k,2\}$	$\{k,2\}$
a=k+2	$\{k,2\}$	$\{k,2\},\{a,4\}$
x=5	$\{k,2\},\{a,4\}$	$\{k,2\},\{a,4\},\{x,5\}$
a=k*2	$\{k,2\}$	$\{k,2\},\{a,4\}$
x=8	$\{k,2\},\{a,4\}$	$\{k,2\},\{a,4\},\{x,8\}$
k=a	$\{k,2\},\{a,4\}$	$\{k,4\},\{a,4\}$
while	$\{k,4\},\{a,4\}$	$\{k,4\},\{a,4\}$
b=2	$\{k,4\},\{a,4\}$	$\{k,4\},\{a,4\},\{b,2\}$
x=a+k	$\{k,4\},\{a,4\},\{b,2\}$	$\{k,4\},\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\}$
y=a*b	$\{k,4\},\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\}$	$\{k,4\},\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{\mathrm{y},8\}$
k++	$\{k,4\},\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{\mathrm{y},8\}$	$\{k,5\},\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{\mathrm{y},8\}$
print(a+x)	$\{k,4\},\{a,4\}$	$\{k,4\},\{a,4\}$

	2	
	IN	**OUT**
k=2	$\{k,2\}$	$\{k,2\}$
if	$\{k,2\}$	$\{k,2\}$
a=k+2	$\{k,2\}$	$\{k,2\},\{a,4\}$
x=5	$\{k,2\},\{a,4\}$	$\{k,2\},\{a,4\},\{x,5\}$
a=k*2	$\{k,2\}$	$\{k,2\},\{a,4\}$
x=8	$\{k,2\},\{a,4\}$	$\{k,2\},\{a,4\},\{x,8\}$
k=a	$\{k,2\},\{a,4\}$	$\{k,4\},\{a,4\}$
while	$\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{y,8\}$	$\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{y,8\}$
b=2	$\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{y,8\}$	$\{a,4\},\{b,2\},\{x,8\},\{y,8\}$
x=a+k	$\{a,4\},\{b,2\},\{y,8\}$	$\{a,4\},\{b,2\},\{y,8\}$
y=a*b	$\{a,4\},\{b,2\},\{y,8\}$	$\{a,4\},\{b,2\}$
k++	$\{a,4\},\{b,2\}$	$\{a,4\},\{b,2\}$
print(a+x)	$\{a,4\},\{b,2\}$	$\{a,4\},\{b,2\}$