40. (2009ko apirila #2) kontrakoak(C(1..r), D(1..r)) eta aldatutaneg(C(1..r), (c_1, c_2, …, c_r), D(1..r), (d_1, d_2, …, d_r), pos) predikatuak eta kontrako zeinua duten A(1..n) eta B(1..n) taulak hartuz, A(1..n) taulako elementu negatibo bakoitza B(1..n) taulako posizio bereko elementuaz trukatuko duen programa. -- #

a) **kontrakoak(C(1..r), D(1..r))** $\equiv$
$\{\forall k\ (1 \le k \le r \rightarrow ((C(k) < 0 \rightarrow D(k) \ge 0) \wedge (C(k) \ge 0 \rightarrow D(k) < 0)))\}$

b) **aldatutaneg(C(1..r), (c_1, c_2, …, c_r), D(1..r), (d_1, d_2, …, d_r), pos)** $\equiv$
$\{(0 \le pos \le r) \wedge$
$\forall k\ (1 \le k \le pos \rightarrow ((c_k < 0 \rightarrow (C(k) = d_k \wedge D(k) = c_k)) \wedge$
$\wedge (c_k \ge 0 \rightarrow (C(k) = c_k \wedge D(k) = d_k))))\}$

c) Asertzioak ematerakoan egokiena edo naturalena den ordena jarraituko da eta ez zenbakizko ordena:

(1) {Hasierako baldintza} $\equiv$ $\{n \ge 1 \wedge$ kontrakoak(A(1..n), B(1..n)) $\wedge$
$\forall k\ (1 \le k \le n \rightarrow (A(k) = a_k \wedge B(k) = b_k))\}$

(2) {Tarteko asertzioa} $\equiv$ $\{(1) \wedge i = 0\}$

(9) {Bukaerako baldintza} $\equiv$
{aldatutaneg(A(1..n), (a_1, a_2, …, a_n), B(1..n), (b_1, b_2, …, b_n), n)}

(3) {Inbariantea} $\equiv$
{$(0 \le i \le n) \wedge$ aldatutaneg(A(1..n), (a_1, a_2, …, a_n), B(1..n), (b_1, b_2, …, b_n), i)}

(4) {Tarteko asertzioa} $\equiv$
{$(0 \le i \le n - 1) \wedge$
aldatutaneg(A(1..n), (a_1, a_2, …, a_n), B(1..n), (b_1, b_2, …, b_n), i)}

(5) {Tarteko asertzioa} $\equiv$
{$(0 \le i \le n - 1) \wedge$
aldatutaneg(A(1..n), (a_1, a_2, …, a_n), B(1..n), (b_1, b_2, …, b_n), i)
$\wedge\ A(i + 1) < 0 \wedge A(i + 1) = a_{i+1} \wedge B(i + 1) = b_{i+1}$ }

(5) era laburrean:
$(5) \equiv \{(4) \wedge A(i + 1) < 0 \wedge A(i + 1) = a_{i+1} \wedge B(i + 1) = b_{i+1}\}$

(6) {Tarteko asertzioa} $\equiv$
{$(0 \le i \le n - 1) \wedge$
aldatutaneg(A(1..n), (a_1, a_2, …, a_n), B(1..n), (b_1, b_2, …, b_n), i)
$\wedge\ A(i + 1) < 0 \wedge A(i + 1) = a_{i+1} \wedge B(i + 1) = b_{i+1} \wedge lag = A(i + 1)$}

(6) era laburrean:
$(6) \equiv \{(5) \wedge lag = A(i + 1)\}$

(7) {Tarteko asertzioa} ≡

$\{(0 \le i \le n - 1) \wedge$

aldatutaneg(A(1..n), $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, B(1..n), $(b_1, b_2, \ldots, b_n)$, i)

$\wedge\ a_{i+1} < 0 \wedge A(i + 1) = B(i + 1) \wedge B(i + 1) = b_{i+1} \wedge lag = a_{i+1}\}$

(7) era laburrean:

$(7) \equiv \{(4) \wedge a_{i+1} < 0 \wedge A(i + 1) = B(i + 1) \wedge B(i + 1) = b_{i+1} \wedge lag = a_{i+1}\}$

Ezin dira erabili ez (5) eta ez (6).

(11) {Tarteko asertzioa} ≡

$\{(0 \le i \le n - 1) \wedge$

aldatutaneg(A(1..n), $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, B(1..n), $(b_1, b_2, \ldots, b_n)$, i)

$\wedge\ a_{i+1} < 0 \wedge A(i + 1) = b_{i+1} \wedge B(i + 1) = lag \wedge lag = a_{i+1}\}$

(11) asertzioa B(i + 1) := lag; esleipenaren ondoren betetzen den asertzioa da.

(11) era laburrean:

$(11) \equiv \{(4) \wedge a_{i+1} < 0 \wedge A(i + 1) = b_{i+1} \wedge B(i + 1) = lag \wedge lag = a_{i+1}\}$

Ezin dira erabili ez (5), ez (6) eta ez (7).

<u>Beste aukera bat ere badago</u>. Izan ere aldatutaneg(A(1..n), $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, B(1..n), $(b_1, b_2, \ldots, b_n)$, i) predikatuak dio 1 eta i-ren arteko kalkuluak eginda daudela eta $a_{i+1} < 0 \wedge A(i + 1) = b_{i+1} \wedge B(i + 1) = lag \wedge lag = a_{i+1}$ formula kontuan hartuz badakigu i + 1 posiziokoa ere eginda dagoela, beraz aldatutaneg predikatuan i + 1 ipiniz 1 eta i + 1 posizioen arteko kalkuluak eginda daudela adieraz dezakegu.

$(11) \equiv \{(0 \le i \le n - 1) \wedge$

aldatutaneg(A(1..n), $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, B(1..n), $(b_1, b_2, \ldots, b_n)$, i + 1)

$\wedge\ a_{i+1} < 0 \wedge lag = a_{i+1}\}$

Beraz $A(i + 1) = b_{i+1} \wedge B(i + 1) = lag$ ipini beharrik ez dago, hori predikatuan sartuta baitago orain i + 1 ipini dugulako.

(8) {Tarteko asertzioa} ≡

$\{(0 \le i \le n - 1) \wedge$

aldatutaneg(A(1..n), $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, B(1..n), $(b_1, b_2, \ldots, b_n)$, i + 1)}

(11) puntuan badakigu then bidetik joan garela baina (8) puntuan ez dakigu then bidetik joan al garen ala ez eta horregatik $a_{i+1} < 0 \wedge lag = a_{i+1}$ ezin da ipini.

(12) {Tarteko asertzioa} ≡
{($1 \le i \le n$) ∧
aldatutaneg(A(1..n), (a_1, a_2, …, a_n), B(1..n), (b_1, b_2, …, b_n), i)}

(12) puntua i := i + 1; esleipenaren ondoren betetzen den asertzioa da.

(10) E = n – i

Asertzio batetik bestera zer aldatzen den hobeto ikusteko, aldaketak kolorez ipini dira.