

Sistemi di gestione di basi di dati

Quaderno #2

Esercizio

Si consideri la seguente base di dati

```
CELL(CellId, x0, y0, x1, y1, CurrentPhone#, MaxCalls)
TELEPHONE(PhoneNo, x, y, PhoneState)
STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
EXCEPTION_LOG(ExId, CellId, ExceptionType)
```

Lo schema descrive una rete di telefonia cellulare. I telefoni all'interno della rete sono descritti nella tabella TELEPHONE. Lo stato di un telefono all'interno della rete può assumere i valori **On** o **Active** (il telefono è Active se sta eseguendo una chiamata). Quando il telefono è spento non è presente nella tabella TELEPHONE. La posizione corrente all'interno della rete di ogni telefono è definita dalle sue coordinate x, y .

La rete di telefonia cellulare è composta da celle. Per semplicità si considerino celle quadrate. Le celle della rete sono descritte nella tabella CELL. La posizione di ogni cella all'interno della rete è definita dalle coordinate x_0, y_0 del suo estremo inferiore sinistro e dalle coordinate x_1, y_1 del suo estremo superiore destro. La cella di appartenenza di un telefono è l'unica cella che soddisfa entrambe le condizioni $x_0 \leq x < x_1$ e $y_0 \leq y < y_1$. Per ogni cella è noto il numero di telefoni correntemente presenti nella cella (attributo CurrentPhone#), e il massimo numero di telefoni che possono effettuare una chiamata (attributo MaxCalls).

Si scrivano i trigger che gestiscono le seguenti variazioni di stato della rete (inserimenti nella tabella STATE_CHANGE).

Punto 1) Accensione/spegnimento di un telefono. I tipi di variazione sono 'O' (acceso) e 'F' (spento). Quando il telefono viene acceso, occorre introdurre l'informazione su di esso nella tabella TELEPHONE, mentre quando viene spento occorre eliminarla. Inoltre, occorre localizzare la cella di appartenenza del telefono e modificare il conteggio dei telefoni presenti (attributo CurrentPhone#).

Punto 2) Spostamento di posizione di un telefono. Il tipo di variazione è 'L' mentre x e y rappresentano le coordinate della nuova posizione del telefono. Occorre aggiornare la posizione del telefono. Inoltre, occorre verificare se lo spostamento di posizione del telefono richiede un cambiamento di cella. In questo caso, devono essere modificati i contatori dei telefoni presenti delle due celle interessate.

Punto 3) Inizio di una telefonata. Il tipo di variazione è 'C'. Se la cella in cui è localizzato il telefono non supera il numero massimo di chiamate che può gestire (attributo MaxCalls), occorre modificare lo stato del telefono, che diviene 'Active'. Se invece la cella supera il numero di chiamate che è in grado di gestire, il telefono non può essere attivato. Occorre inserire l'informazione che il numero di chiamate è stato superato nella tabella EXCEPTION_LOG. Il codice ExId è un contatore, univoco all'interno di ogni cella.

Si scrivano i trigger che gestiscono gli aggiornamenti del numero massimo di chiamate gestibili dalle celle (update dell'attributo MaxCalls della tabella CELLA).

Punto 4) Variazione del numero di chiamate massime delle celle. Per motivi di gestione della rete di telefonia cellulare può essere necessario diminuire il numero massimo di chiamate gestibili da una cella (diminuzione del valore assunto dall'attributo MaxCalls della tabella CELL). L'operazione di aggiornamento del numero massimo di chiamate gestibili da una cella può portare ad una situazione di inconsistenza in cui il numero massimo di chiamate gestibili da una cella diventa inferiore al numero di telefoni attualmente attivi (PhoneState='Active') localizzati nella cella stessa. Se ciò accade è necessario applicare un'azione compensativa tale da assegnare all'attributo MaxCalls un valore pari al numero di telefoni attualmente attivi presso la cella in esame.

Punto 5) Garanzia del servizio. Il gestore della rete deve garantire un livello minimo di servizio. In particolare è necessario garantire che il numero massimo di chiamate totali contemporanee effettuabili sulla rete (ossia la somma dei valori di MaxCalls considerando la totalità delle celle) non scenda mai al

disotto di una soglia minima pari a 30. Eventuali operazioni di aggiornamento della tabella CELL non devono mai portare alla violazione di tale vincolo. Se ciò accade l'operazione di aggiornamento deve essere annullata e deve essere lanciata un'eccezione.

Procedimento:

1. Creare la base dati utilizzando lo script `create_db_telefoni_en.sql`
2. Creare i trigger necessari a soddisfare i requisiti del punto 1
3. Verificare il funzionamento del trigger (telefono acceso) inserendo i seguenti record
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (1, sysdate, '333000010', 3, 3, 'O');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (2, sysdate, '333000009', 15, 15, 'O');`
4. Verificare il funzionamento del trigger (telefono spento) inserendo il seguente record
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (3, sysdate, '333000009', 15, 15, 'F');`
5. Creare i trigger necessari a soddisfare i requisiti del punto 2
6. Verificare il funzionamento del trigger inserendo i seguenti record
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (4, sysdate, '333000001', 13, 13, 'O');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (5, sysdate, '333000001', 3, 3, 'L');`
7. Creare i trigger necessari a soddisfare i requisiti del punto 3
8. Verificare il funzionamento del trigger inserendo i seguenti record
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (6, sysdate, '333000004', 5, 5, 'O');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (7, sysdate, '333000004', 5, 5, 'C');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (8, sysdate, '333000001', 3, 3, 'C');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (9, sysdate, '333000010', 3, 3, 'C');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (10, sysdate, '333000020', 4, 4, 'O');`
 - `INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType) values (11, sysdate, '333000020', 4, 4, 'C');`
9. Creare i trigger necessari a soddisfare i requisiti del punto 4
10. Verificare il funzionamento del trigger eseguendo il seguente aggiornamento
 - `UPDATE CELL SET MaxCalls = MaxCalls-2;`
11. Creare i trigger necessari a soddisfare i requisiti del punto 5
12. Verificare il funzionamento del trigger eseguendo i seguenti aggiornamenti
 - `UPDATE CELL SET MaxCalls = MaxCalls-1;`
 - `UPDATE CELL SET MaxCalls = MaxCalls-10;`

Riportare sul quaderno:

- *Testo di tutti i triggers;*
- *Verifica del risultato di ogni passo controllando i cambiamenti della base di dati.*

Punto 1) Accensione/spengimento di un telefono. I tipi di variazione sono 'O' (acceso) e 'F' (spento). Quando il telefono viene acceso, occorre introdurre l'informazione su di esso nella tabella TELEPHONE, mentre quando viene spento occorre eliminarla. Inoltre, occorre localizzare la cella di appartenenza del telefono e modificare il conteggio dei telefoni presenti (attributo CurrentPhone#).

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER Update_Cell
AFTER INSERT ON STATE_CHANGE
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.CHANGETYPE = 'O' OR NEW.CHANGETYPE = 'F')
DECLARE
    IDCELLA NUMBER;
BEGIN
    -- Vediamo a quale cella appartiene il telefono
    SELECT CELLID INTO IDCELLA
    FROM CELL C
    WHERE (C.X0 <= :NEW.X AND :NEW.X < C.X1 AND
           C.Y0 <= :NEW.Y AND :NEW.Y < C.Y1);

    -- Inseriamo o cancelliamo il telefono dalla tabella TELEPHONE
    IF (:NEW.CHANGETYPE = 'O')
    THEN
        INSERT INTO TELEPHONE (PHONENO, X, Y, PHONESTATE)
        VALUES (:NEW.PHONENO, :NEW.X, :NEW.Y, 'ON');

        --Ed aggiorniamo il valore di CurrentPhone#
        UPDATE CELL
        SET CURRENTPHONE# = CURRENTPHONE# + 1
        WHERE CELLID = IDCELLA;
    ELSE
        DELETE FROM TELEPHONE
        WHERE (PHONENO = :NEW.PHONENO);

        --Ed aggiorniamo il valore di CurrentPhone#
        UPDATE CELL
        SET CURRENTPHONE# = CURRENTPHONE# - 1
        WHERE CELLID = IDCELLA;
    END IF;
END;
```

Le tabelle STATE_CHANGE e TELEPHONE sono vuote. Questo è lo stato iniziale della tabella CELL.

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	0	3
2	10	0	20	10	0	20
3	0	10	10	20	0	20
4	10	10	20	20	0	20

Tabella Cell

Adesso facciamo l'inserimento di due record nella tabella STATE_CHANGE:

```
INSERT INTO STATE_CHANGE (ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES (1, sysdate, '333000010', 3, 3, 'O');
```

```
INSERT INTO STATE_CHANGE (ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES (2, sysdate, '333000009', 15, 15, 'O');
```

Questa è la tabella STATE_CHANGE dopo gli inserimenti:

CHANGEID	TIMESTAMP	PHONEHO	X	Y	CHANGETYPE
1	23-NOV-10	333000010	3	3	O
2	23-NOV-10	333000009	15	15	O

Tabella State_Change

Questa è invece la tabella TELEPHONE dopo gli inserimenti:

PHONEHO	X	Y	PHONESTATE
333000010	3	3	ON
333000009	15	15	ON

Tabella Telephone

Dalle coordinate X-Y si evince come il telefono 333000010 deve andare nella cella con ID 1 e il telefono 333000009 deve invece andare nella cella con ID 4. Verifichiamolo mostrando lo stato della tabella CELL.

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	1	3
2	10	0	20	10	0	20
3	0	10	10	20	0	20
4	10	10	20	20	1	20

Tabella Cell

Cambiamo, adesso, lo stato del telefono 333000009 in 'F', cioè OFF.

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(3, sysdate, '333000009', 15, 15, 'F');
```

Vediamo la tabella STATE_CHANGE:

CHANGEID	TIMESTAMP	PHONEHO	X	Y	CHANGETYPE
1	23-NOV-10	333000010	3	3	O
2	23-NOV-10	333000009	15	15	O
3	23-NOV-10	333000009	15	15	F

Tabella State_Change

Abbiamo un telefono in meno nella tabella TELEPHONE (quello numero 333000009):

PHONEHO	X	Y	PHONESTATE
333000010	3	3	ON

Tabella Telephone

Ed un telefono in meno nella cella con ID 4, quello che conteneva il telefono 333000009 (tabella CELL):

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	1	3
2	10	0	20	10	0	20
3	0	10	10	20	0	20
4	10	10	20	20	0	20

Tabella Cell

Punto 2) Spostamento di posizione di un telefono. Il tipo di variazione è 'L' mentre x e y rappresentano le coordinate della nuova posizione del telefono. Occorre aggiornare la posizione del telefono. Inoltre, occorre verificare se lo spostamento di posizione del telefono richiede un cambiamento di cella. In questo caso, devono essere modificati i contatori dei telefoni presenti delle due celle interessate.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER Update_Cell_2
AFTER INSERT ON STATE_CHANGE
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.CHANGETYPE = 'L')
DECLARE
    OLD_X NUMBER; OLD_Y NUMBER;
    IDCELLA_OLD NUMBER; IDCELLA_NEW NUMBER;
BEGIN
    -- VEDIAMO QUAL E' LA VECCHIA CELLA
    SELECT X, Y INTO OLD_X, OLD_Y
    FROM TELEPHONE
    WHERE PHONENO = :NEW.PHONENO;

    SELECT CELLID INTO IDCELLA_OLD
    FROM CELL C
    WHERE (C.X0 <= OLD_X AND OLD_X < C.X1 AND
           C.Y0 <= OLD_Y AND OLD_Y < C.Y1);

    -- VEDIAMO QUALE SARA' LA NUOVA CELLA
    SELECT CELLID INTO IDCELLA_NEW
    FROM CELL C
    WHERE (C.X0 <= :NEW.X AND :NEW.X < C.X1 AND
           C.Y0 <= :NEW.Y AND :NEW.Y < C.Y1);

    -- AGGIORNIAMO LA POSIZIONE DEL TELEFONO
    UPDATE TELEPHONE
    SET X = :NEW.X, Y = :NEW.Y
    WHERE PHONENO = :NEW.PHONENO;

    IF (IDCELLA_OLD <> IDCELLA_NEW)
    THEN
        -- AGGIORNANO IL NUMERO DI TELEFONI NELLE CELLE INTERESSATE
        UPDATE CELL
        SET CURRENTPHONE# = CURRENTPHONE# - 1
        WHERE CELLID = IDCELLA_OLD;

        UPDATE CELL
        SET CURRENTPHONE# = CURRENTPHONE# + 1
        WHERE CELLID = IDCELLA_NEW;
    END IF;
END;
```

Inseriamo un nuovo cambiamento di stato ad ON:

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(4, sysdate, '333000001', 13, 13, 'O');
```

CHANGEID	TIMESTAMP	PHONENO	X	Y	CHANGETYPE
1	23-NOV-10	333000010	3	3	O
2	23-NOV-10	333000009	15	15	O
3	23-NOV-10	333000009	15	15	F
4	23-NOV-10	333000001	13	13	O

Tabella State_Change

E conseguente abbiamo le modifiche nella tabella TELEPHONE e CELL per opera del Trigger 1.

PHONENO	X	Y	PHONESTATE
333000010	3	3	ON
333000001	13	13	ON

Tabella Telephone

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	1	3
2	10	0	20	10	0	20
3	0	10	10	20	0	20
4	10	10	20	20	1	20

Tabella Cell

E cambiamo la posizione del telefono appena inserito:

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(5, sysdate, '333000001', 3, 3, 'L');
```

CHANGEID	TIMESTAMP	PHONENO	X	Y	CHANGETYPE
1	23-NOV-10	333000010	3	3	O
2	23-NOV-10	333000009	15	15	O
3	23-NOV-10	333000009	15	15	F
4	23-NOV-10	333000001	13	13	O
5	23-NOV-10	333000001	3	3	L

Tabella State_Change

PHONENO	X	Y	PHONESTATE
333000010	3	3	ON
333000001	3	3	ON

Tabella Telephone

Il telefono 333000001 passa dalla posizione 13-13, alla posizione 3-3, quindi se prima era nella cella con ID 4, adesso deve essere posto nella cella con ID 1. Verifichiamolo:

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	2	3
2	10	0	20	10	0	20
3	0	10	10	20	0	20
4	10	10	20	20	0	20

Tabella Cell

Punto 3) Inizio di una telefonata. Il tipo di variazione è 'C'. Se la cella in cui è localizzato il telefono non supera il numero massimo di chiamate che può gestire (attributo MaxCalls), occorre modificare lo stato del telefono, che diviene '**Active**'. Se invece la cella supera il numero di chiamate che è in grado di gestire, il telefono non può essere attivato. Occorre inserire l'informazione che il numero di chiamate è stato superato nella tabella EXCEPTION_LOG. Il codice ExId è un contatore, univoco all'interno di ogni cella.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER Update_Cell_3
AFTER INSERT ON STATE_CHANGE
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.CHANGETYPE = 'C')
DECLARE
    IDCELLA NUMBER;
    X_0 NUMBER;
    X_1 NUMBER;
    Y_0 NUMBER;
    Y_1 NUMBER;
    N NUMBER;
    N2 NUMBER;
    N3 NUMBER;
BEGIN
    -- Prendo le informazioni relative alla cella a cui appartiene il telefono
    SELECT CELLID, X0, X1, Y0, Y1 INTO IDCELLA, X_0, X_1, Y_0, Y_1
    FROM CELL C
    WHERE (C.X0 <= :NEW.X AND :NEW.X < C.X1 AND
           C.Y0 <= :NEW.Y AND :NEW.Y < C.Y1);

    -- Contiamo il numero di telefoni in quella cella con stato 'Active'
    SELECT COUNT(*) INTO N
    FROM TELEPHONE
    WHERE (X_0 <= X AND X < X_1 AND
           Y_0 <= Y AND Y < Y_1 AND
           PHONESTATE = 'Active');

    -- Contiamo il numero massimo di chiamate effettuabili in quella cella
    SELECT MAXCALLS INTO N2
    FROM CELL
    WHERE (CELLID = IDCELLA);

    IF(N < N2)
    THEN
        -- Il telefono può effettuare la chiamata
        UPDATE TELEPHONE
        SET PHONESTATE = 'Active'
        WHERE PHONENO = :NEW.PHONENO;
    ELSE
        -- Inseriamo l'eccezione
        SELECT MAX(EXID) INTO N3
        FROM EXCEPTION_LOG;

        INSERT INTO EXCEPTION_LOG(EXID, CELLID, EXCEPTIONTYPE)
        VALUES(N3 + 1, :NEW.PHONENO, 'X');
    END IF;
END;
```

Inserisco due nuovi telefoni e faccio partire una chiamata da 3 telefoni:

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(6, sysdate, '333000004', 5, 5, 'O');
```

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(7, sysdate, '333000004', 5, 5, 'C');
```

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(8, sysdate, '333000001', 3, 3, 'C');
```

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(9, sysdate, '333000010', 3, 3, 'C');
```

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(10, sysdate, '333000020', 4, 4, 'O');
```

CHANGEID	TIMESTAMP	PHONENO	X	Y	CHANGETYPE
1	24-NOV-10	333000010	3	3	O
2	24-NOV-10	333000009	15	15	O
3	24-NOV-10	333000009	15	15	F
4	24-NOV-10	333000001	13	13	O
5	24-NOV-10	333000001	3	3	L
6	24-NOV-10	333000004	5	5	O
7	24-NOV-10	333000004	5	5	C
8	24-NOV-10	333000001	3	3	C
9	24-NOV-10	333000010	3	3	C
10	24-NOV-10	333000020	4	4	O

Tabella State_change

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	4	3
2	10	0	20	10	0	20
3	0	10	10	20	0	20
4	10	10	20	20	0	20

Tabella Cell

PHONENO	X	Y	PHONESTATE
333000010	3	3	Active
333000004	5	5	Active
333000001	3	3	Active
333000020	4	4	ON

Tabella Telephone

È possibile notare come, in seguito all'aggiunta dei due telefoni nella tabella Telephone, essi siano stati aggiunti anche nella loro cella di appartenenza, che per entrambi è quella con ID 1.

Il numero di chiamate massime che si possono effettuare in questa cella è 3, e correttamente tutti i 3 i telefoni sono nello stato attivo.

Proviamo a far partire un'ulteriore chiamata da quella cella da parte di un altro telefono.

```
INSERT INTO STATE_CHANGE(ChangeId, TimeStamp, PhoneNo, x, y, ChangeType)
VALUES(11, sysdate, '333000020', 4, 4, 'C');
```

CHANGEID	TIMESTAMP	PHONENO	X	Y	CHANGETYPE
1	24-NOV-10	333000010	3	3	O
2	24-NOV-10	333000009	15	15	O
3	24-NOV-10	333000009	15	15	F
4	24-NOV-10	333000001	13	13	O
5	24-NOV-10	333000001	3	3	L
6	24-NOV-10	333000004	5	5	O
7	24-NOV-10	333000004	5	5	C
8	24-NOV-10	333000001	3	3	C
9	24-NOV-10	333000010	3	3	C
10	24-NOV-10	333000020	4	4	O
11	24-NOV-10	333000020	4	4	C

Tabella State_Change

EXID	CELLID	EXCEPTIONTYPE
1	333000020	X

Tabella Exception_Log

Quest'ultimo inserimento ha provocato la violazione del vincolo ed il trigger ha inserito una nuova riga nella tabella Exception_Log indicando il tipo di eccezione e l'ID del telefono che la provocata.

La tabella Telephone rimane invariata:

PHONENO	X	Y	PHONESTATE
333000010	3	3	Active
333000004	5	5	Active
333000001	3	3	Active
333000020	4	4	ON

Tabella Telephone

Punto 4) Variazione del numero di chiamate massime delle celle. Per motivi di gestione della rete di telefonia cellulare può essere necessario diminuire il numero massimo di chiamate gestibili da una cella (diminuzione del valore assunto dall'attributo MaxCalls della tabella CELL). L'operazione di aggiornamento del numero massimo di chiamate gestibili da una cella può portare ad una situazione di inconsistenza in cui il numero massimo di chiamate gestibili da una cella diventa inferiore al numero di telefoni attualmente attivi (PhoneState = 'Active') localizzati nella cella stessa. Se ciò accade è necessario applicare un'azione compensativa tale da assegnare all'attributo MaxCalls un valore pari al numero di telefoni attualmente attivi presso la cella in esame.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER Update_Cell_4
BEFORE UPDATE OF MAXCALLS ON CELL
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.MAXCALLS < OLD.MAXCALLS)
DECLARE
    N NUMBER;
BEGIN
    -- Contiamo il numero di telefoni in quella cella con stato 'Active'
    SELECT COUNT(*) INTO N
    FROM TELEPHONE
    WHERE (:NEW.X0 <= X AND X < :NEW.X1 AND
           :NEW.Y0 <= Y AND Y < :NEW.Y1 AND
           PHONESTATE = 'Active');

    IF (:NEW.MAXCALLS < N)
    THEN
        :NEW.MAXCALLS := N;
    END IF;
END;
```

Diminuiamo il numero di chiamate massime di 2 unità per tutte le celle:

```
UPDATE CELL SET MaxCalls = MaxCalls-2;
```

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	4	3
2	10	0	20	10	0	18
3	0	10	10	20	0	18
4	10	10	20	20	0	18

Tabella Cell

Le chiamate massime sono state diminuite, come si può vedere che per le celle con ID 2, 3 e 4 MAXCALLS passa da 20 a 18.

Il campo MAXCALLS della cella con ID 1 invece non passa a 1 perché lì vi sono 3 telefoni attivi.

Punto 5) Garanzia del servizio. Il gestore della rete deve garantire un livello minimo di servizio. In particolare è necessario garantire che il numero massimo di chiamate totali contemporanee effettuabili sulla rete (ossia la somma dei valori di MaxCalls considerando la totalità delle celle) non scenda mai al disotto di una soglia minima pari a 30. Eventuali operazioni di aggiornamento della tabella CELL non devono mai portare alla violazione di tale vincolo. Se ciò accade l'operazione di aggiornamento deve essere annullata e deve essere lanciata un'eccezione.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER Update_Cell_5
AFTER UPDATE OF MAXCALLS ON CELL
DECLARE
    N NUMBER;
BEGIN
    SELECT SUM(MAXCALLS) INTO N
    FROM CELL;

    IF(N < 30)
    THEN
        RAISE_APPLICATION_ERROR(-20001, 'Eccezione MAXCALLS!');
    END IF;
END;
```

Riduciamo MAXCALLS di una unità:

```
UPDATE CELL SET MaxCalls = MaxCalls-1;
```

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	4	3
2	10	0	20	10	0	17
3	0	10	10	20	0	17
4	10	10	20	20	0	17

Tabella Cell

Tutti i MAXCALLS sono stati diminuiti di 1 tranne quello associato alla cella con ID 1 a causa del trigger precedente.

Riduciamo adesso tutti i MAXCALLS di 10 unità:

```
UPDATE CELL SET MaxCalls = MaxCalls-10;
```

```
ORA-20001: Eccezione MAXCALLS!
ORA-06512: a "BDATI56.UPDATE_CELL_5", line 9
ORA-04088: errore durante esecuzione del trigger 'BDATI56.UPDATE_CELL_5'
```

Il DBMS, come ci aspettavamo, ha sollevato un'eccezione e la tabella Cell è rimasta invariata.

CELLID	X0	Y0	X1	Y1	CURRENTPHONE#	MAXCALLS
1	0	0	10	10	4	3
2	10	0	20	10	0	17
3	0	10	10	20	0	17
4	10	10	20	20	0	17

Tabella Cell