

Data warehouse Progettazione

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 1

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Fattori di rischio

- Aspettative elevate degli utenti
 - il data warehouse come soluzione dei problemi aziendali
- Qualità dei dati e dei processi OLTP di partenza
 - dati incompleti o inaffidabili
 - processi aziendali non integrati e ottimizzati
- Gestione “politica” del progetto
 - collaborazione con i “detentori” delle informazioni
 - accettazione del sistema da parte degli utenti finali

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 2

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione di data warehouse

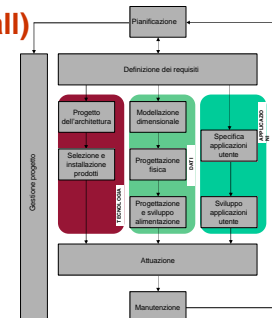
- Approccio top-down
 - realizzazione di un data warehouse che fornisca una visione globale e completa dei dati aziendali
 - costo significativo e tempo di realizzazione lungo
 - analisi e progettazione complesse
- Approccio bottom-up
 - realizzazione incrementale del data warehouse, aggiungendo data mart definiti su settori aziendali specifici
 - costo e tempo di consegna contenuti
 - focalizzato separatamente su settori aziendali specifici

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 3

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Business Dimensional Lifecycle (Kimball)



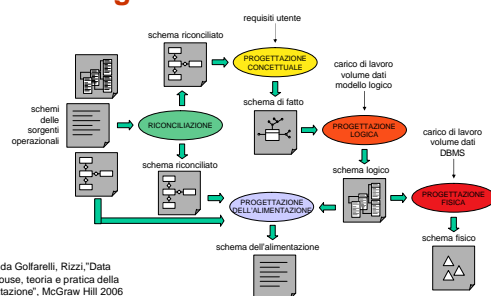
Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 4

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione di data mart



Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 5

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Analisi dei requisiti

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 6

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Analisi dei requisiti

- Raccoglie
 - le esigenze di analisi dei dati che dovranno essere soddisfatte dal data mart
 - i vincoli realizzativi dovuti ai sistemi informativi esistenti
- Fonti
 - business users
 - amministratori del sistema informativo
- Il data mart prescelto è
 - strategico per l'azienda
 - alimentato da (poche) sorgenti affidabili

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 7

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Requisiti applicativi

- Descrizione degli eventi di interesse (fatti)
 - ogni fatto rappresenta una categoria di eventi di interesse per l'azienda
 - esempi: (per il CRM) reclami, servizi
 - caratterizzati da dimensioni descrittive (granularità), intervallo di storicizzazione, misure di interesse
 - informazioni raccolte in un glossario
- Descrizione del carico di lavoro
 - esame della reportistica aziendale
 - interrogazioni espresse in linguaggio naturale
 - esempio: numero di reclami per ciascun prodotto nell'ultimo mese

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 8

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Requisiti strutturali

- Periodicità dell'alimentazione
- Spazio disponibile
 - per i dati
 - per le strutture accessorie (indici, viste materializzate)
- Tipo di architettura del sistema
 - numero di livelli
 - data mart dipendenti o indipendenti
- Pianificazione del deployment
 - avviamento
 - formazione

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 9

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione concettuale

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 10

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione concettuale

- Non esiste un formalismo di modellazione comunemente accettato
 - il modello ER non è adatto
- Dimensional Fact Model (Golfarelli, Rizzi)
 - per uno specifico fatto, definisce schemi di fatto che modellano
 - dimensioni
 - gerarchie
 - misure
 - modello grafico a supporto della progettazione concettuale
 - offre una documentazione di progetto utile sia per la revisione dei requisiti con gli utenti, sia a posteriori

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 11

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Dimensional Fact Model

- Fatto
 - modella un insieme di eventi di interesse (vendite, spedizioni, reclami)
 - evolve nel tempo
- Dimensione
 - descrive le coordinate di analisi di un fatto (ogni vendita è descritta dalla data di effettuazione, dal negozio e dal prodotto venduto)
 - è caratterizzata da numerosi attributi, tipicamente di tipo categorico
- Misura
 - descrive una proprietà numerica di un fatto, spesso oggetto di operazioni di aggregazione (ad ogni vendita è associato un incasso)

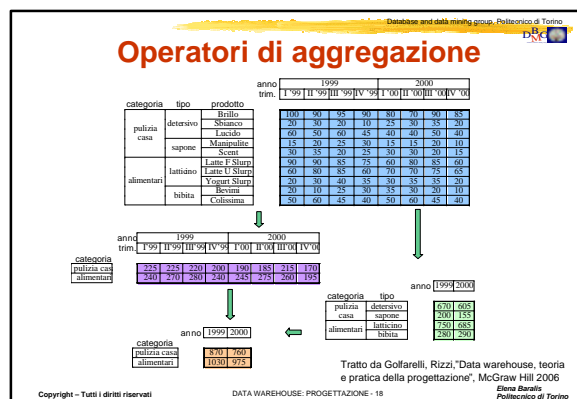
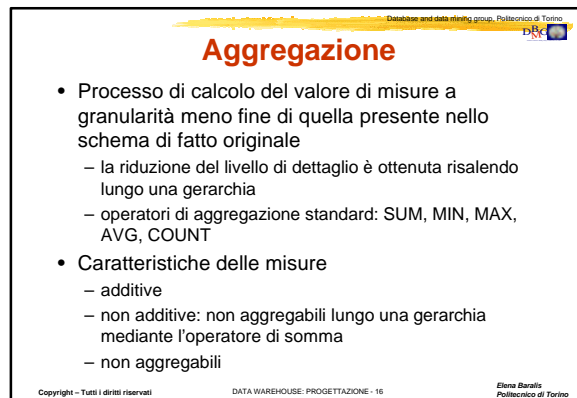
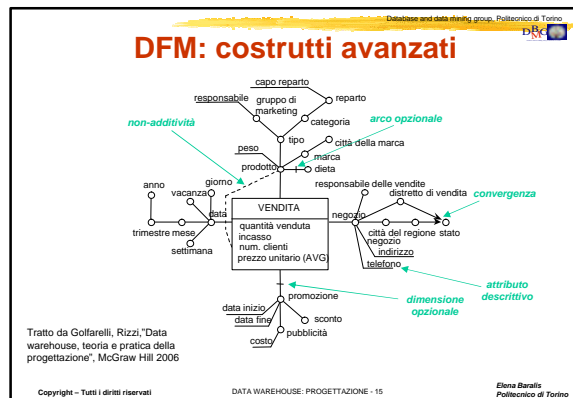
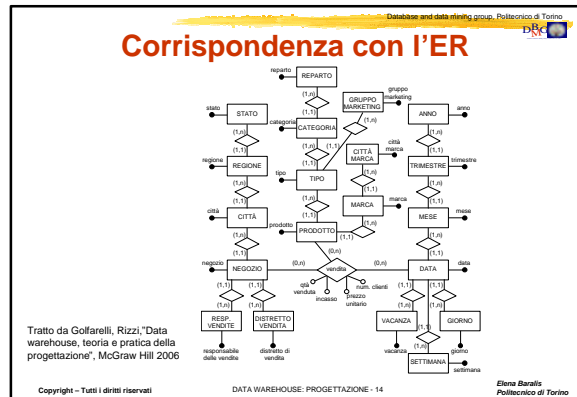
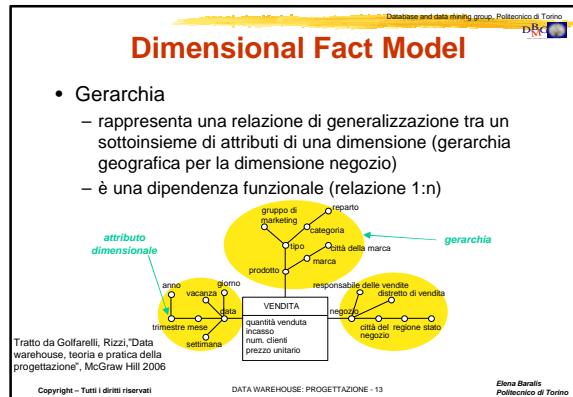


Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 12

Elena Baralis
Politecnico di Torino



Operatori di aggregazione

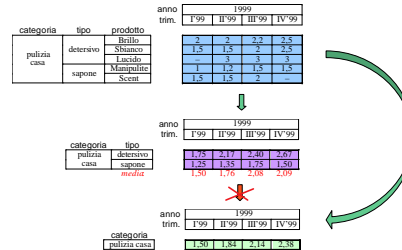
- Distributivi
 - sempre possibile il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore
 - esempi: sum, min, max

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 19

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Operatori non distributivi



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 20

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Operatori di aggregazione

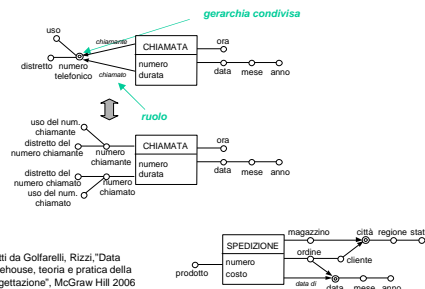
- Distributivi
 - sempre possibile il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore
 - esempi: sum, min, max
- Algebrici
 - il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore è possibile in presenza di misure aggiuntive di supporto
 - esempi: avg (richiede count)
- Olistici
 - non è possibile il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore
 - esempi: moda, mediana

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 21

Elena Baralis
Politecnico di Torino

DFM: costrutti avanzati



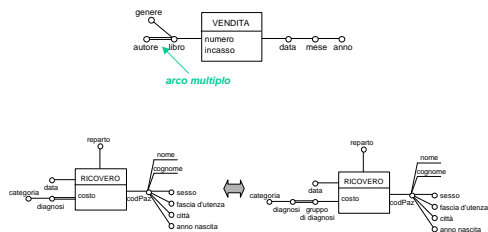
Tratti da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 22

Elena Baralis
Politecnico di Torino

DFM: costrutti avanzati



Tratti da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

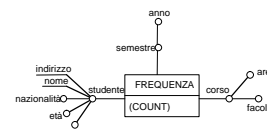
Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 23

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Schemi di fatto vuoti

- L'evento può non essere caratterizzato da misure
 - schema di fatto vuoto
 - registra il verificarsi di un evento
- Utile per
 - conteggio di eventi accaduti
 - rappresentazione di eventi non accaduti (insieme di copertura)



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 24

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Rappresentazione del tempo

- La variazione dei dati nel tempo è rappresentata esplicitamente dal verificarsi degli eventi
 - presenza di una dimensione temporale
 - eventi memorizzati sotto forma di fatti
- Possono variare nel tempo anche le dimensioni
 - variazione tipicamente più lenta
 - slowly changing dimension [Kimball]
 - esempi: dati anagrafici di un cliente, descrizione di un prodotto
 - necessario prevedere esplicitamente nel modello come rappresentare questo tipo di variazione

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 25

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo I)

- Fotografia dell'istante attuale
 - esegue la sovrascrittura del dato con il valore attuale
 - proietta nel passato la situazione attuale
 - utilizzata quando non è necessario rappresentare esplicitamente la variazione
- Esempio
 - il cliente Mario Rossi cambia stato civile dopo il matrimonio
 - tutti i suoi acquisti sono attribuiti al cliente "sposato"

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 26

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo II)

- Eventi attribuiti alla situazione temporalmente corrispondente della dimensione
 - per ogni variazione di stato della dimensione
 - si crea di una nuova istanza nella dimensione
 - i nuovi eventi sono correlati alla nuova istanza
 - gli eventi sono partizionati in base alle variazioni degli attributi dimensionali
 - Esempio
 - il cliente Mario Rossi cambia stato civile dopo il matrimonio
 - i suoi acquisti sono separati in acquisti attribuiti a Mario Rossi "celibe" e acquisti attribuiti a Mario Rossi "sposato" (nuova istanza di Mario Rossi)

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 27

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo III)

- Eventi attribuiti alla situazione della dimensione campionata in uno specifico istante di tempo
 - proietta tutti gli eventi sulla situazione della dimensione in uno specifico istante di tempo
 - richiede una gestione esplicita delle variazioni della dimensione nel tempo
 - modifica dello schema della dimensione
 - introduzione di una coppia di timestamp che indicano l'intervallo di validità del dato (inizio e fine validità)
 - introduzione di un attributo che consenta di identificare la sequenza di variazioni di una specifica istanza (capostipite o master)
 - ogni variazione di stato della dimensione richiede la definizione di una nuova istanza

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 28

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo III)

- Esempio
 - il cliente Mario Rossi cambia stato civile dopo il matrimonio
 - la prima istanza conclude il suo periodo di validità il giorno del matrimonio
 - la nuova istanza inizia la sua validità nello stesso giorno
 - gli acquisti sono separati come nel caso precedente
 - esiste un attributo che permette di ricostruire tutte le variazioni ascrivibili a Mario Rossi

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 29

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Carico di lavoro

- Carico di riferimento definito da
 - reportistica standard
 - stime discusse con gli utenti
- Carico reale difficile da stimare correttamente durante la fase di progettazione
 - se il sistema ha successo, il numero di utenti e interrogazioni aumenta nel tempo
 - la tipologia di interrogazioni può variare nel tempo
- Fase di tuning
 - dopo l'avviamento del sistema
 - monitoraggio del carico di lavoro reale del sistema

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 30

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Volume dei dati

- Stima dello spazio necessario per il data mart
 - per i dati
 - per le strutture accessorie (indici, viste materializzate)
- Si considerano
 - numero di eventi di ogni fatto
 - numero di valori distinti degli attributi nelle gerarchie
 - lunghezza degli attributi
- Dipende dall'intervallo temporale di memorizzazione dei dati
- Valutazione affetta dal problema della sparsità
 - il numero degli eventi accaduti non corrisponde a tutte le possibili combinazioni delle dimensioni
 - esempio: percentuale dei prodotti effettivamente venduti in ogni negozio in un dato giorno pari circa al 10% di tutte le possibili combinazioni

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 31 Elena Baralis Politecnico di Torino

Sparsità

- Si riduce al crescere del livello di aggregazione dei dati
- Può ridurre l'affidabilità della stima della cardinalità dei dati aggregati



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 32 Elena Baralis Politecnico di Torino

Progettazione logica

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 33 Elena Baralis Politecnico di Torino

Progettazione logica

- Si considera il modello relazionale (ROLAP)
 - inputs
 - schema (di fatto) concettuale
 - carico di lavoro
 - volume dei dati
 - vincoli di sistema
 - output
 - schema logico relazionale
- Basata su principi diversi rispetto alla progettazione logica tradizionale
 - ridondanza dei dati
 - denormalizzazione delle tabelle

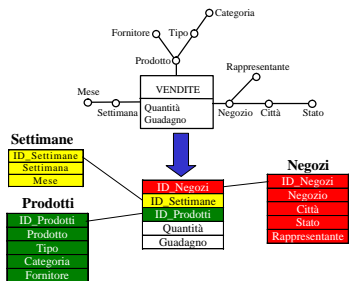
Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 34 Elena Baralis Politecnico di Torino

Schema a stella

- Dimensioni
 - una tabella per ogni dimensione
 - chiave primaria generata artificialmente (surrogata)
 - contiene tutti gli attributi della dimensione
 - gerarchie non rappresentate esplicitamente
 - gli attributi della tabella sono tutti allo stesso livello
 - rappresentazione completamente denormalizzata
 - presenza di ridondanza nei dati
- Fatti
 - una tabella dei fatti per ogni schema di fatto
 - chiave primaria costituita dalla combinazione delle chiavi esterne delle dimensioni
 - le misure sono attributi della tabella

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 35 Elena Baralis Politecnico di Torino

Schema a stella



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 36 Elena Baralis Politecnico di Torino

Snowflake schema

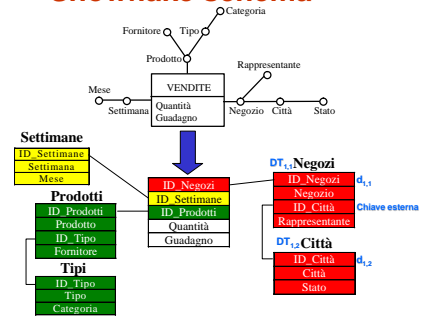
- Separazione di (alcune) dipendenze funzionali frazionando i dati di una dimensione in più tabelle
 - si introduce una nuova tabella che separa in due rami una gerarchia dimensionale (taglio su un attributo della gerarchia)
 - una nuova chiave esterna esprime il legame tra la dimensione e la nuova tabella
- Si riduce lo spazio necessario per la memorizzazione della dimensione
 - riduzione non significativa
- Aumenta il costo di ricostruzione dell'informazione della dimensione
 - è necessario il calcolo di uno o più join

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 37

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Snowflake schema



Tratto da Giffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 38

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Star o snowflake?

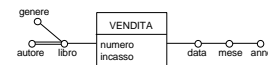
- Lo schema snowflake è normalmente sconsigliato
 - la riduzione di spazio occupato è scarsamente benefica
 - l'occupazione maggiore di spazio è dovuta alla tabella dei fatti (la differenza è pari ad alcuni ordini di grandezza)
 - il costo di eseguire più join può essere significativo
- Lo schema snowflake può essere utile
 - quando porzioni di una gerarchia sono condivise tra più dimensioni (esempio: gerarchia geografica)
 - in presenza di viste materializzate che richiedano una rappresentazione "aggregata" anche della dimensione

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 39

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Archi multipli



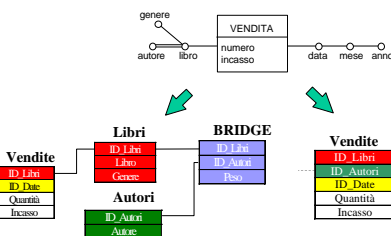
- Soluzioni realizzative
 - bridge table
 - tabella aggiuntiva che modella la relazione molti a molti
 - nuovo attributo che consenta di pesare la partecipazione delle tuple nella relazione
 - push down
 - arco multiplo integrato nella tabella dei fatti
 - nuova dimensione corrispondente nella tabella dei fatti

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 40

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Archi multipli



Tratto da Giffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 41

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Archi multipli

- Tipologie di interrogazione
 - pesate: considerano il peso dell'arco multiplo
 - esempio: incasso di ciascun autore
 - con bridge table

$$\text{SUM}(\text{Incasso} * \text{Peso})$$

$$\text{group by ID_autori}$$
 - di impatto: non considerano il peso
 - esempio: numero di copie vendute per ogni autore
 - con bridge table

$$\text{SUM}(\text{Quantità})$$

$$\text{group by ID_autori}$$

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 42

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Archi multipli

- Confronto tra le soluzioni realizzative
 - il peso è esplicitato nella bridge table, ma integrato nella tabella dei fatti per push down
 - (push down) difficile eseguire interrogazioni di impatto
 - (push down) calcolo del peso durante l'alimentazione
 - (push down) modifiche successive difficoltose
 - push down introduce una forte ridondanza nella tabella dei fatti
 - costo di esecuzione delle interrogazioni minore per push down
 - numero minore di join

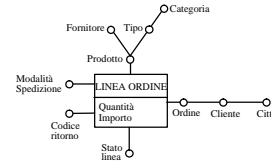
Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 43

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Dimensioni degeneri

- Dimensioni rappresentate da un solo attributo



Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 44

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Dimensioni degeneri

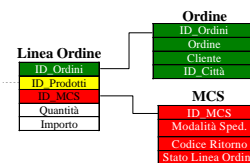
- Soluzioni realizzative
 - integrazione nella tabella dei fatti
 - per attributi di dimensione (molto) contenuta
 - junk dimension
 - unica dimensione che integra più dimensioni degeneri
 - non esistono dipendenze funzionali tra gli attributi della dimensione
 - sono possibili tutte le combinazioni
 - attuabile solo per cardinalità limitate del dominio degli attributi

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 45

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Junk dimension



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

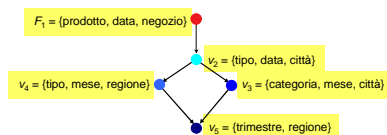
Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 46

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Viste materializzate

- Sommari precalcolati della tabella dei fatti
 - memorizzati esplicitamente nel data warehouse
 - permettono di aumentare l'efficienza delle interrogazioni che richiedono aggregazioni



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

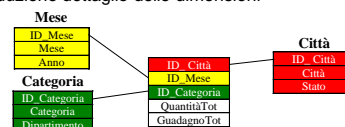
Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 47

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Viste materializzate

- Definite da istruzioni SQL
- Esempio: definizione di V_3
 - a partire da tabelle di base o viste di granularità superiore
 - group by Città, Mese, Categoria
 - aggregazione (SUM) sulle misure Quantità, Guadagno
 - riduzione dettaglio delle dimensioni



Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 48

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Viste materializzate

- Una vista materializzata può essere utilizzata per rispondere a più interrogazioni diverse
 - attenzione al tipo di operatore di aggregazione richiesto

Reticolo multidimensionale

Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 49
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Scelta delle viste

- Numero di possibili combinazioni di aggregazioni molto elevato
 - quasi tutte le combinazioni di attributi sono eleggibili
- Scelta dell'insieme "ottimo" di viste materializzate
- Minimizzazione di funzioni di costo
 - esecuzione delle interrogazioni
 - aggiornamento delle viste materializzate
- Vincoli
 - spazio disponibile
 - tempo a disposizione per l'aggiornamento
 - tempo di risposta
 - freschezza dei dati

Copyright - Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 50
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Scelta delle viste

viste candidate, ossia potenzialmente utili a ridurre il costo di esecuzione del carico di lavoro

Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 51
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Scelta delle viste

Minimizzazione di spazio e tempo

Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 52
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Scelta delle viste

Minimizzazione del costo

Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 53
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Scelta delle viste

Rispetto dei vincoli

Tratto da Golfarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 54
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione fisica

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 55

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione fisica

- Caratteristiche del carico di lavoro
 - interrogazioni con aggregati che richiedono l'accesso a una frazione significativa di ogni tabella
 - accesso in sola lettura
 - aggiornamento periodico dei dati con eventuale ricostruzione delle strutture fisiche di accesso (indici, viste)
- Strutture fisiche
 - tipologie di indici diverse da quelle tradizionali
 - indici bitmap, indici di join, bitmapped join index, ...
 - l'indice B*-tree non è adatto per
 - attributi con dominio a cardinalità bassa
 - interrogazioni poco selettive
 - viste materializzate
 - richiedono la presenza di un ottimizzatore che le sappia sfruttare

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 56

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione fisica

- Caratteristiche dell'ottimizzatore
 - deve considerare le statistiche nella definizione del piano di accesso ai dati (cost based)
 - funzionalità di aggregate navigation
- Procedimento di progettazione fisica
 - selezione delle strutture adatte per supportare le interrogazioni più frequenti (o più rilevanti)
 - scelta di strutture in grado di contribuire al miglioramento di più interrogazioni contemporaneamente
 - vincoli
 - spazio su disco
 - tempo disponibile per l'aggiornamento dei dati

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 57

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione fisica

- Tuning
 - variazione a posteriori delle strutture fisiche di supporto
 - richiede strumenti di monitoraggio del carico di lavoro
 - spesso necessario per applicazioni OLAP
- Parallelismo
 - frammentazione dei dati
 - parallelizzazione delle interrogazioni
 - inter-query
 - intra-query
 - le operazioni di join e group by si prestano bene all'esecuzione parallela

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 58

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Indice bitmap

- Composto da una matrice di bit
 - una colonna per ogni valore diverso del dominio dell'attributo indicizzato
 - una riga per ogni tupla (RID della tabella)
 - la posizione (i,j) è 1 se la tupla i assume il valore j , 0 altrimenti

Esempio: Indice sul campo Posizione della tabella impiegati
Ingegnere – Consulente – Manager – Programmatore
Assistente – Ragioniere

RID	Inge	Cons	Man	Prog	Assis	Rag
1	0	0	1	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	1

Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright - Tutti i diritti riservati

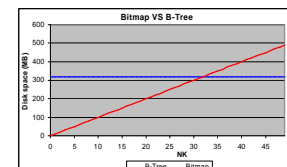
DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 59

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Indice bitmap

- Molto adatto per attributi dimensionali con dominio caratterizzato da cardinalità ridotta
 - la memorizzazione richiede uno spazio limitato
 - al crescere della cardinalità del dominio (NK), cresce lo spazio richiesto

B-tree $NR \times \text{Len(Pointer)}$
Bitmap $NR \times NK \times 1 \text{ bit}$
 $\text{Len(Pointer)} = 4 \times 8 \text{ bit}$



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 60

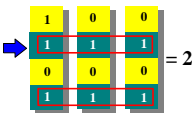
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Indice bitmap

- Efficiente per la verifica di espressioni booleane di predicati
 - and/or bit a bit sulle bitmap

Esempio: "Quanti maschi in Romagna sono assicurati?"

RID	Sesso	Assic.	Regione
1	M	No	LO
2	M	Si	E/R
3	F	No	LA
4	M	Si	E/R



Esempio tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati

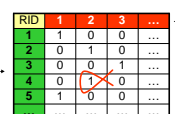
Indice a stella

- Precalcola il join tra due o più tabelle
 - memorizzazione delle n-uple di RID delle tuple che soddisfano i predicati di join
- Vantaggi
 - efficienza nel calcolo di join che coinvolgono le colonne iniziali dell'indice (o tutte le colonne)
- Svantaggi
 - utile solo per specifiche combinazioni di join
 - è necessario memorizzare un numero elevato di indici per avere generalità
 - lo spazio occupato può essere significativo
 - i join coinvolgono sempre la tabella dei fatti

Copyright - Tutti i diritti riservati

Bitmapped join index

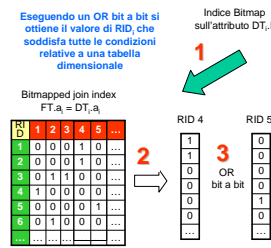
- Matrice di bit che precalcola il join tra una dimensione e la tabella dei fatti
 - una colonna per ogni RID della dimensione
 - una riga per ogni RID della tabella dei fatti
 - la posizione (i,j) è 1 se la tupla i della dimensione è in join con la tupla j della tabella dei fatti, 0 altrimenti
- Può essere utilizzato insieme agli indici bitmap tradizionali per calcolare interrogazioni complesse con condizioni sulle dimensioni e join multipli



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati

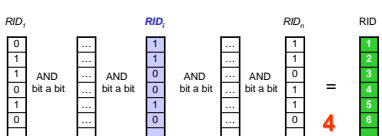
Bitmapped join index

Eseguendo un OR bit a bit si ottiene il valore di RID, che soddisfa tutte le condizioni relative a una tabella dimensionale



Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati

Bitmapped join index



Le tuple della fact table che soddisfano l'interrogazione vengono determinate eseguendo un AND bit a bit tra gli n vettori precedentemente creati

RID che soddisfano tutte le condizioni

Tratto da Goffarelli, Rizzi, "Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006
Copyright - Tutti i diritti riservati

Scelta degli indici

- Indicizzazione delle dimensioni
 - attributi frequentemente coinvolti in predicati di selezione
 - se il dominio ha cardinalità elevata, indice B-tree
 - se il dominio ha cardinalità ridotta, indice bitmap
- Indici per i join
 - raramente opportuno indicizzare solo le chiavi esterne della tabella dei fatti
 - uso con cautela di star join index (problema dell'ordine delle colonne)
 - consigliati bitmapped join index
- Indici per i group by
 - uso di viste materializzate

Copyright - Tutti i diritti riservati

Database and data mining group, Politecnico di Torino

**Alimentazione
del data warehouse**

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 67 Elena Baralis Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

**Extraction, Transformation
and Loading (ETL)**

- Processo di preparazione dei dati da introdurre nel data warehouse
 - estrazione dei dati dalle sorgenti
 - pulitura
 - trasformazione
 - caricamento
- semplificato dalla presenza di una staging area
- eseguito durante
 - il primo popolamento del DW
 - l'aggiornamento periodico dei dati

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 68 Elena Baralis Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Estrazione

- Acquisizione dei dati dalle sorgenti
- Modalità di estrazione
 - statica: fotografia dei dati operazionali
 - eseguita durante il primo popolamento del DW
 - incrementale: selezione degli aggiornamenti avvenuti dopo l'ultima estrazione
 - utilizzata per l'aggiornamento periodico del DW
 - immediata o ritardata
- Scelta dei dati da estrarre basata sulla loro qualità

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 69 Elena Baralis Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Estrazione

- Dipende dalla natura dei dati operazionali
 - storizzati: tutte le modifiche sono memorizzate per un periodo definito di tempo nel sistema OLTP
 - transazioni bancarie, dati assicurativi
 - operativamente semplice
 - semi-storizzati: è conservato nel sistema OLTP solo un numero limitato di stati
 - operativamente complessa
 - transitori: il sistema OLTP mantiene solo l'immagine corrente dei dati
 - scorte di magazzino, dati di inventario
 - operativamente complessa

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 70 Elena Baralis Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Estrazione incrementale

- Assistita dall'applicazione
 - le modifiche sono catturate da specifiche funzioni applicative
 - richiede la modifica delle applicazioni OLTP (o delle API di accesso alla base di dati)
 - aumenta il carico applicativo
 - necessaria per sistemi legacy
- Uso del log
 - accesso mediante primitive opportune ai dati del log
 - formato proprietario del log
 - efficiente, non interferisce con il carico applicativo

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 71 Elena Baralis Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Estrazione incrementale

- Definizione di trigger
 - i trigger catturano le modifiche di interesse
 - non richiede la modifica dei programmi applicativi
 - aumenta il carico applicativo
- Basata su timestamp
 - i record operazionali modificati sono marcati con il timestamp dell'ultima modifica
 - richiede la modifica dello schema della base di dati OLTP (e delle applicazioni)
 - estrazione differita, può perdere stati intermedi se i dati sono transitori

Copyright - Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 72 Elena Baralis Politecnico di Torino

Confronto tra le tecniche di estrazione

	Statica	Marche temporali	Assistenza applicazione	Trigger	Log
Gestione dati transitori o semi-storizzati	NO	Incompleta	Completa	Completa	Completa
Supporto per sistemi basati su file	SI	SI	SI	NO	Raro
Tecnica di realizzazione	Prodotti	Prodotti o sviluppo interno	Sviluppo interno	Prodotti	Prodotti
Costi di sviluppo interno	Nessuno	Medi	Alti	Nessuno	Nessuno
Utilizzo in sistemi legacy	SI	Difficile	Difficile	Difficile	SI
Modifiche ad applicazioni	Nessuna	Probabile	Probabile	Nessuna	Nessuna
Dipendenza delle procedure dal DBMS	Limitata	Limitata	Variabile	Alta	Limitata
Impatto sulle prestazioni del sistema operaz.	Nessuna	Nessuna	Medio	Medio	Nessuna
Complessità delle procedure di estrazione	Bassa	Bassa	Alta	Media	Bassa

Tratto da Devlin, Data warehouse: from architecture to implementation, Addison-Wesley, 1997

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 73

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Pulitura

- Operazioni volte al miglioramento della qualità dei dati (correttezza e consistenza)
 - dati duplicati
 - dati mancanti
 - uso non previsto di un campo
 - valori impossibili o errati
 - inconsistenza tra valori logicamente associati
- Problemi dovuti a
 - errori di battitura
 - differenze di formato dei campi
 - evoluzione del modo di operare dell'azienda

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 74

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Pulitura

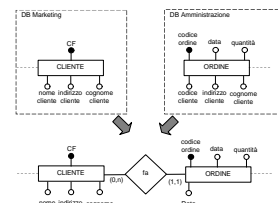
- Ogni problema richiede una tecnica specifica di soluzione
 - tecniche basate su dizionari
 - adatte per errori di battitura o formato
 - utilizzabili per attributi con dominio ristretto
 - tecniche di fusione approssimata
 - adatte per riconoscimento di duplicati/correlazioni tra dati simili
 - join approssimato
 - problema purge/merge
 - identificazione di outliers o deviazioni da business rules
- La strategia migliore è la prevenzione, rendendo più affidabili e rigorose le procedure di data entry OLTP

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 75

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Join approssimato



Tratto da Goffarelli, Rizzi, 'Data warehouse, teoria e pratica della progettazione', McGraw Hill 2006

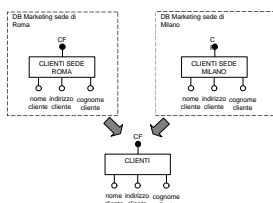
- Il join deve essere eseguito sulla base dei campi comuni, che non rappresentano un identificatore per il cliente

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 76

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Problema purge/merge



Tratto da Goffarelli, Rizzi, 'Data warehouse, teoria e pratica della progettazione', McGraw Hill 2006

- I record duplicati devono essere identificati ed eliminati
- E' necessario un criterio per valutare la somiglianza tra due record

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 77

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Trasformazione

- Conversione dei dati dal formato operativo a quello del data warehouse (integrazione)
- Richiede una rappresentazione uniforme dei dati operazionali (schema riconciliato)
- Può avvenire in due passi
 - dalle sorgenti operazionali ai dati riconciliati nella staging area
 - conversioni e normalizzazioni
 - matching
 - (eventuale) filtraggio dei dati significativi
 - dai dati riconciliati al data warehouse
 - generazione di chiavi surrogate
 - generazione di valori aggregati

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: PROGETTAZIONE - 78

Elena Baralis
Politecnico di Torino

