

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Data warehouse Analisi dei dati

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 1 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Operazioni di analisi dei dati

- Calcolo di funzioni aggregate lungo una o più dimensioni
 - necessità di fornire supporto a diversi tipi di funzione aggregata (esempi: media mobile, top ten)
- Operazioni di confronto, essenziali per confrontare l'andamento degli affari (esempio: confronto dei dati delle vendite in mesi diversi)
 - è difficile eseguire confronti utilizzando solo il linguaggio SQL
- Analisi dei dati mediante tecniche di data mining

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 2 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Operazioni di analisi dei dati

- Presentazione
 - attività distinta dalla ricerca: i dati ottenuti da una ricerca possono essere rappresentati mediante diversi tipi di strumenti di rappresentazione
- Ricerca di motivazioni
 - esplorazione dei dati mediante approfondimenti (esempio: drill down)

Strumenti di interfaccia

L'utente può interrogare il data warehouse mediante strumenti di vario tipo:

- ambiente controllato di query
- strumenti specifici di query e generazione rapporti
- strumenti di data mining


Ambiente controllato di query

- Sono definite
 - ricerche complesse con struttura prefissata (normalmente parametrica)
 - procedure specifiche di analisi
 - rapporti con struttura prefissata
- È possibile introdurre elementi specifici del settore economico considerato
- È necessario lo sviluppo di codice ad hoc
 - si utilizzano stored procedures, applicazioni contenute in packages, join e aggregazioni predefinite
 - sono disponibili strumenti flessibili per la gestione della reportistica, che permettono di definire layout, periodicità di pubblicazione, liste di distribuzione

Ambiente di query ad hoc

- È possibile definire interrogazioni OLAP di tipo arbitrario, progettate al momento dall'utente
 - formulazione delle interrogazioni mediante tecniche point and click, che generano automaticamente istruzioni SQL
 - si possono definire interrogazioni (tipicamente) complesse
 - interfaccia basata sul paradigma dello spreadsheet
- Una sessione di lavoro OLAP permette raffinamenti successivi della stessa interrogazione
- Utile quando i rapporti predefiniti non sono adeguati

Database and data mining group, Politecnico di Torino



OLAP


Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 7

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino



Analisi OLAP

- Operazioni di ricerca disponibili
 - roll up, drill down
 - slice and dice
 - pivot di tabelle
 - ordinamento
- Le operazioni possono essere
 - combinate tra loro nella stessa query
 - eseguite in una sequenza di raffinamenti successivi della stessa query che forma la sessione di lavoro OLAP

Copyright – Tutti i diritti riservati

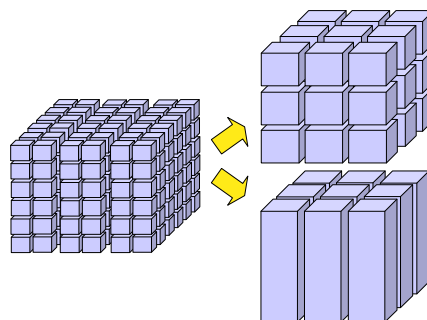
DATA WAREHOUSE: OLAP - 8

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Roll up

- Riduzione di dettaglio dei dati mediante
 - la riduzione del livello di dettaglio di una delle dimensioni presenti, con l'aumento di livello in una gerarchia
 - esempio
group by negozio, mese → group by città, mese
 - l'eliminazione di una delle dimensioni presenti
 - esempio
group by prodotto, città → group by prodotto

Roll up



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

Roll up

Metrics Customer Region		Dollar Sales										
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany	Canada
Month												
Jan 97		\$ 620	\$ 753	\$ 30	\$ 660	\$ 2.405	\$ 1.312	\$ 440	\$ 1.002	\$ 1.002	\$ 383	\$ 210
Feb 97		\$ 258	\$ 252	\$ 800	\$ 975	\$ 160	\$ 582	\$ 744	\$ 310	\$ 799	\$ 118	\$ 357
Mar 97		\$ 648	\$ 244	\$ 148	\$ 250	\$ 1.085	\$ 2.951	\$ 650	\$ 1.240	\$ 119	\$ 142	\$ 96
Apr 97		\$ 787	\$ 588	\$ 447	\$ 486	\$ 226	\$ 506	\$ 601	\$ 119	\$ 550	\$ 85	
May 97		\$ 1.350	\$ 245	\$ 936	\$ 159	\$ 664	\$ 626	\$ 107	\$ 135	\$ 200	\$ 177	\$ 230
Jun 97		\$ 842	\$ 582	\$ 1.281	\$ 937	\$ 240	\$ 774	\$ 176	\$ 1.139	\$ 652	\$ 254	\$ 745
Jul 97		\$ 652	\$ 690	\$ 486	\$ 1.293	\$ 605	\$ 303	\$ 818	\$ 103	\$ 124	\$ 173	\$ 66
Aug 97		\$ 1.783	\$ 304	\$ 1.032	\$ 170	\$ 398	\$ 356	\$ 432	\$ 190	\$ 241	\$ 407	\$ 259
Sep 97		\$ 581	\$ 778	\$ 3.558	\$ 587	\$ 440	\$ 1.652	\$ 1.071	\$ 315	\$ 210	\$ 202	
Oct 97		\$ 2.291	\$ 1.840	\$ 600	\$ 656	\$ 1.300	\$ 718	\$ 1.210	\$ 427	\$ 220	\$ 520	\$ 65
Nov 97		\$ 39	\$ 1.602	\$ 1.082	\$ 1.187	\$ 842	\$ 759	\$ 745	\$ 232	\$ 101	\$ 1.037	\$ 37
Dec 97		\$ 381	\$ 1.588	\$ 343	\$ 118	\$ 1.459	\$ 635	\$ 2.021	\$ 259	\$ 210	\$ 119	\$ 189
Jan 98		\$ 311	\$ 1.174	\$ 2.634	\$ 3.130	\$ 954	\$ 2.083	\$ 1.351	\$ 747	\$ 426	\$ 447	\$ 1.141
Feb 98		\$ 2.518	\$ 702	\$ 1.123	\$ 1.326	\$ 1.227	\$ 3.887	\$ 545	\$ 268	\$ 277	\$ 282	
Mar 98		\$ 2.459	\$ 1.523	\$ 1.178	\$ 4.708	\$ 1.420	\$ 3.514	\$ 1.948	\$ 1.705	\$ 276	\$ 1.168	\$ 63
Apr 98		\$ 407	\$ 841	\$ 524	\$ 712	\$ 133	\$ 2.486	\$ 49	\$ 390	\$ 1.298	\$ 221	\$ 46
May 98		\$ 667	\$ 1.721	\$ 440	\$ 148	\$ 80	\$ 1.310	\$ 303	\$ 104	\$ 657	\$ 65	
Jun 98		\$ 699	\$ 1.096	\$ 898	\$ 353	\$ 902	\$ 339	\$ 230	\$ 155	\$ 105	\$ 75	
Jul 98		\$ 586	\$ 1.897	\$ 412	\$ 226	\$ 406	\$ 361	\$ 1.628	\$ 267	\$ 1.011	\$ 41	\$ 184
Aug 98		\$ 894	\$ 326	\$ 792	\$ 1.832	\$ 1.199	\$ 295	\$ 1.816	\$ 277	\$ 102	\$ 118	\$ 115
Sep 98		\$ 338	\$ 3.179	\$ 505	\$ 427	\$ 99	\$ 2.976	\$ 885	\$ 135	\$ 85	\$ 1.110	\$ 510
Oct 98		\$ 544	\$ 412	\$ 1.467	\$ 209	\$ 679	\$ 706	\$ 556	\$ 480	\$ 485	\$ 99	\$ 160
Nov 98		\$ 671	\$ 459	\$ 1.471	\$ 2.066	\$ 701	\$ 716	\$ 986	\$ 1.127	\$ 154	\$ 440	\$ 361
Dec 98		\$ 836	\$ 2.096	\$ 1.726	\$ 3.642	\$ 395	\$ 1.740	\$ 1.943	\$ 1.143	\$ 366	\$ 307	\$ 118



Metrics Customer Region		Dollar Sales										
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany	Canada
Quarter												
Q1 1997		\$ 1.526	\$ 1.249	\$ 978	\$ 1.885	\$ 3.650	\$ 4.855	\$ 1.834	\$ 2.552	\$ 1.920	\$ 643	\$ 663
Q2 1997		\$ 2.979	\$ 1.415	\$ 2.664	\$ 1.582	\$ 1.130	\$ 1.906	\$ 984	\$ 1.399	\$ 1.402	\$ 516	\$ 975
Q3 1997		\$ 3.016	\$ 1.772	\$ 5.076	\$ 2.050	\$ 1.443	\$ 2.311	\$ 2.321	\$ 608	\$ 575	\$ 782	\$ 325
Q4 1997		\$ 2.711	\$ 5.030	\$ 2.025	\$ 1.961	\$ 3.601	\$ 2.112	\$ 3.976	\$ 918	\$ 531	\$ 1.676	\$ 291
Q1 1998		\$ 5.288	\$ 3.399	\$ 4.935	\$ 9.174	\$ 3.601	\$ 9.484	\$ 3.844	\$ 2.720	\$ 979	\$ 1.897	\$ 1.204
Q2 1998		\$ 1.773	\$ 3.658	\$ 1.862	\$ 1.215	\$ 1.115	\$ 4.635	\$ 352	\$ 724	\$ 2.110	\$ 391	\$ 121
Q3 1998		\$ 1.818	\$ 5.402	\$ 1.709	\$ 2.485	\$ 1.704	\$ 3.632	\$ 4.329	\$ 679	\$ 1.198	\$ 1.269	\$ 809
Q4 1998		\$ 2.051	\$ 2.968	\$ 4.664	\$ 5.917	\$ 1.775	\$ 3.162	\$ 3.485	\$ 2.750	\$ 1.005	\$ 846	\$ 639

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

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 11

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Roll up

Metrics Customer Region		Dollar Sales										
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany	Canada
Category												
Electronics	1997	\$ 138	\$ 1.774	\$ 384	\$ 139	\$ 2.346	\$ 2.554	\$ 2.184	\$ 566	\$ 199	\$	
	1998	\$ 1.184	\$ 4.529	\$ 1.892	\$ 7.232	\$ 651	\$ 9.488	\$ 476	\$ 2.683	\$ 462	\$ 7	
Food	1997	\$ 759	\$ 682	\$ 729	\$ 262	\$ 588	\$ 469	\$ 807	\$ 156	\$ 615	\$ 1	
	1998	\$ 538	\$ 925	\$ 959	\$ 677	\$ 213	\$ 1.503	\$ 261	\$ 165	\$ 175	\$ 1	
Gifts	1997	\$ 2.532	\$ 1.355	\$ 1.854	\$ 1.413	\$ 2.535	\$ 2.132	\$ 1.904	\$ 908	\$ 375	\$ 1.0	
	1998	\$ 1.955	\$ 2.785	\$ 2.800	\$ 2.695	\$ 1.813	\$ 2.844	\$ 1.778	\$ 1.158	\$ 717	\$ 6	
Health & Beauty	1997	\$ 624	\$ 640	\$ 1.317	\$ 647	\$ 588	\$ 754	\$ 654	\$ 143	\$ 292	\$ 3	
	1998	\$ 611	\$ 887	\$ 566	\$ 382	\$ 499	\$ 1.162	\$ 1.044	\$ 273	\$ 72		
Household	1997	\$ 5.354	\$ 4.112	\$ 5.410	\$ 4.446	\$ 3.059	\$ 3.974	\$ 2.654	\$ 3.545	\$ 2.875	\$ 1.9	
	1998	\$ 5.787	\$ 5.320	\$ 5.416	\$ 6.812	\$ 4.334	\$ 5.008	\$ 7.588	\$ 2.139	\$ 3.649	\$ 2.7	
Kid's Korner	1997	\$ 201	\$ 398	\$ 485	\$ 186	\$ 409	\$ 323	\$ 396	\$ 105	\$ 34	\$	
	1998	\$ 247	\$ 422	\$ 441	\$ 380	\$ 221	\$ 592	\$ 290	\$ 198	\$ 19	\$	
Travel	1997	\$ 624	\$ 505	\$ 554	\$ 396	\$ 300	\$ 978	\$ 416	\$ 48	\$ 38		
	1998	\$ 608	\$ 559	\$ 1.096	\$ 611	\$ 464	\$ 316	\$ 573	\$ 257	\$ 198	\$	



Metrics Customer Region		Dollar Sales										
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany	Canada
Category												
Electronics	1997	\$ 138	\$ 1.774	\$ 384	\$ 139	\$ 2.346	\$ 2.554	\$ 2.184	\$ 566	\$ 199	\$	
	1998	\$ 1.184	\$ 4.529	\$ 1.892	\$ 7.232	\$ 651	\$ 9.488	\$ 476	\$ 2.683	\$ 462	\$ 7	
Food	1997	\$ 759	\$ 682	\$ 729	\$ 262	\$ 588	\$ 469	\$ 807	\$ 156	\$ 615	\$ 1	
	1998	\$ 538	\$ 925	\$ 959	\$ 677	\$ 213	\$ 1.503	\$ 261	\$ 165	\$ 175	\$ 1	
Gifts	1997	\$ 2.532	\$ 1.355	\$ 1.854	\$ 1.413	\$ 2.535	\$ 2.132	\$ 1.904	\$ 908	\$ 375	\$ 1.0	
	1998	\$ 1.955	\$ 2.785	\$ 2.800	\$ 2.695	\$ 1.813	\$ 2.844	\$ 1.778	\$ 1.158	\$ 717	\$ 6	
Health & Beauty	1997	\$ 624	\$ 640	\$ 1.317	\$ 647	\$ 588	\$ 754	\$ 654	\$ 143	\$ 292	\$ 3	
	1998	\$ 611	\$ 887	\$ 566	\$ 382	\$ 499	\$ 1.162	\$ 1.044	\$ 273	\$ 72		
Household	1997	\$ 5.354	\$ 4.112	\$ 5.410	\$ 4.446	\$ 3.059	\$ 3.974	\$ 2.654	\$ 3.545	\$ 2.875	\$ 1.9	
	1998	\$ 5.787	\$ 5.320	\$ 5.416	\$ 6.812	\$ 4.334	\$ 5.008	\$ 7.588	\$ 2.139	\$ 3.649	\$ 2.7	
Kid's Korner	1997	\$ 201	\$ 398	\$ 485	\$ 186	\$ 409	\$ 323	\$ 396	\$ 105	\$ 34	\$	
	1998	\$ 247	\$ 422	\$ 441	\$ 380	\$ 221	\$ 592	\$ 290	\$ 198	\$ 19	\$	
Travel	1997	\$ 624	\$ 505	\$ 554	\$ 396	\$ 300	\$ 978	\$ 416	\$ 48	\$ 38		
	1998	\$ 608	\$ 559	\$ 1.096	\$ 611	\$ 464	\$ 316	\$ 573	\$ 257	\$ 198	\$	

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

Copyright – Tutti i diritti riservati

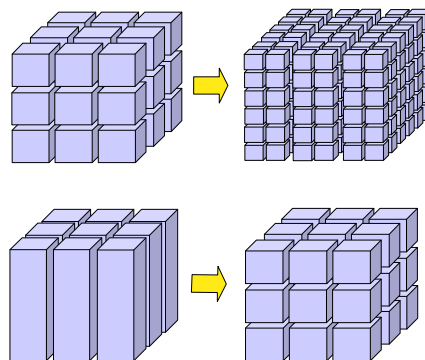
DATA WAREHOUSE: OLAP - 12

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Drill down

- Aumento di dettaglio dei dati mediante
 - l'aumento del livello di dettaglio di una delle dimensioni presenti, con la riduzione di livello in una gerarchia
 - esempio: da raggruppamento per città e mese a raggruppamento per negozio e mese
 - l'aggiunta di una nuova dimensione
 - esempio: da raggruppamento per città, raggruppamento per città e prodotto
- Spesso il drill down opera su un sottoinsieme dei dati di partenza

Drill down



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

Drill down

Metrics Customer Region	Dollar Sales										
	North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany	Canada
Quarter											
Q1 1997	\$ 1,526	\$ 1,249	\$ 978	\$ 1,895	\$ 3,650	\$ 4,855	\$ 1,834	\$ 2,552	\$ 1,920	\$ 643	\$ 663
Q2 1997	\$ 2,979	\$ 1,415	\$ 2,664	\$ 1,582	\$ 1,130	\$ 1,906	\$ 884	\$ 1,393	\$ 1,402	\$ 516	\$ 975
Q3 1997	\$ 3,016	\$ 1,772	\$ 5,076	\$ 2,050	\$ 1,443	\$ 2,311	\$ 2,321	\$ 608	\$ 575	\$ 782	\$ 325
Q4 1997	\$ 2,711	\$ 5,030	\$ 2,025	\$ 1,961	\$ 3,601	\$ 2,112	\$ 3,976	\$ 918	\$ 531	\$ 1,676	\$ 291
Q1 1998	\$ 5,288	\$ 3,399	\$ 4,935	\$ 9,174	\$ 3,601	\$ 9,484	\$ 3,844	\$ 2,720	\$ 979	\$ 1,897	\$ 1,204
Q2 1998	\$ 1,773	\$ 3,658	\$ 1,862	\$ 1,213	\$ 1,115	\$ 4,635	\$ 352	\$ 724	\$ 2,110	\$ 391	\$ 121
Q3 1998	\$ 1,818	\$ 5,402	\$ 1,709	\$ 2,485	\$ 1,704	\$ 3,632	\$ 4,329	\$ 679	\$ 1,198	\$ 1,269	\$ 809
Q4 1998	\$ 2,051	\$ 2,968	\$ 4,664	\$ 5,917	\$ 1,775	\$ 3,162	\$ 3,485	\$ 2,750	\$ 1,005	\$ 846	\$ 639



Metrics Customer City	Dollar Sales										
	Arlin	San Pedro	Springfield	Chappel Hill	Scranburg	Pebble Beach	Martinsville	Maddon	Peonia	Pecos	Lake Barkley
Quarter											
Q1 1997	\$ 675										\$ 39
Q2 1997				\$ 203					\$ 53		
Q3 1997				\$ 276							\$ 252
Q4 1997	\$ 215	\$ 124			\$ 113	\$ 45	\$ 192	\$ 348			\$ 79
Q1 1998			\$ 140	\$ 174		\$ 85				\$ 237	\$ 30
Q2 1998							\$ 12	\$ 17			
Q3 1998	\$ 734					\$ 25	\$ 1,535				
Q4 1998						\$ 219	\$ 119	\$ 142		\$ 85	\$ 1,533

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

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 15

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Drill down

Metrics Year	Dollar Sales	
	1997	1998
Category		
Electronics	\$ 10,616	\$ 29,299
Food	\$ 5,300	\$ 5,638
Gifts	\$ 16,315	\$ 20,047
Health & Beauty	\$ 6,042	\$ 5,665
Household	\$ 38,383	\$ 50,391
Kid's Korner	\$ 2,559	\$ 2,943
Travel	\$ 4,497	\$ 4,792



Category	North-East		Mid-Atlantic		South-East		Central		South		North-West	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Electronics	\$ 138	\$ 1,184	\$ 1,774	\$ 4,529	\$ 384	\$ 1,892	\$ 138	\$ 7,232	\$ 2,346	\$ 651	\$ 2,554	\$ 9,488
Food	\$ 759	\$ 538	\$ 682	\$ 925	\$ 729	\$ 959	\$ 262	\$ 677	\$ 588	\$ 213	\$ 469	\$ 1,503
Gifts	\$ 2,532	\$ 1,955	\$ 1,355	\$ 2,785	\$ 1,854	\$ 2,800	\$ 1,413	\$ 2,695	\$ 2,535	\$ 1,813	\$ 2,132	\$ 2,844
Health & Beauty	\$ 624	\$ 611	\$ 640	\$ 887	\$ 1,317	\$ 566	\$ 647	\$ 382	\$ 588	\$ 499	\$ 754	\$ 1,162
Household	\$ 5,354	\$ 5,787	\$ 4,112	\$ 5,320	\$ 5,410	\$ 5,416	\$ 4,446	\$ 6,812	\$ 3,058	\$ 4,334	\$ 3,974	\$ 5,008
Kid's Korner	\$ 201	\$ 247	\$ 398	\$ 422	\$ 485	\$ 441	\$ 186	\$ 380	\$ 409	\$ 221	\$ 323	\$ 592
Travel	\$ 624	\$ 608	\$ 505	\$ 559	\$ 564	\$ 1,096	\$ 386	\$ 611	\$ 300	\$ 464	\$ 978	\$ 316

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

Copyright – Tutti i diritti riservati

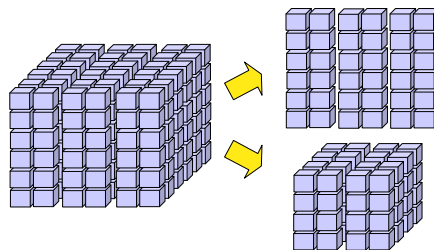
DATA WAREHOUSE: OLAP - 16

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Slice and dice

- Riduzione del volume dei dati da analizzare
 - selezione di un sottoinsieme mediante predicati
 - slice: predicato di uguaglianza che seleziona una “fetta”
 - esempio: Anno=2005
 - dice: combinazione di predicati che seleziona un “cubetto”
 - esempio: Categoria=‘Alimentari’ and Città=‘Torino’

Slice and dice



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

Slice and dice

Category	Year	Metrics Customer Region									
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany
Electronics	1997	\$ 138	\$ 1.774	\$ 384	\$ 138	\$ 2.346	\$ 2.554	\$ 2.184	\$ 566	\$ 199	\$
Food	1998	\$ 1.184	\$ 4.529	\$ 1.892	\$ 7.232	\$ 651	\$ 9.488	\$ 476	\$ 2.683	\$ 462	\$ 7
Gifts	1997	\$ 538	\$ 925	\$ 959	\$ 677	\$ 213	\$ 1.503	\$ 261	\$ 165	\$ 175	\$ 1
Health & Beauty	1997	\$ 2.532	\$ 1.355	\$ 1.854	\$ 1.413	\$ 2.535	\$ 2.132	\$ 1.904	\$ 908	\$ 375	\$ 1.0
Household	1998	\$ 1.955	\$ 2.785	\$ 2.800	\$ 2.695	\$ 1.813	\$ 2.844	\$ 1.778	\$ 1.158	\$ 717	\$ 6
Kid's Korner	1997	\$ 624	\$ 640	\$ 1.317	\$ 647	\$ 588	\$ 754	\$ 654	\$ 143	\$ 292	\$ 3
Travel	1998	\$ 611	\$ 887	\$ 566	\$ 382	\$ 499	\$ 1.162	\$ 1.044	\$ 273	\$ 72	\$
	1997	\$ 5.354	\$ 4.112	\$ 5.410	\$ 4.446	\$ 3.059	\$ 3.974	\$ 2.654	\$ 3.545	\$ 2.875	\$ 1.9
	1998	\$ 5.787	\$ 5.320	\$ 5.416	\$ 6.812	\$ 4.334	\$ 5.008	\$ 7.588	\$ 2.139	\$ 3.649	\$ 2.7
	1997	\$ 201	\$ 398	\$ 485	\$ 186	\$ 409	\$ 323	\$ 396	\$ 105	\$ 34	\$
	1998	\$ 247	\$ 422	\$ 441	\$ 380	\$ 221	\$ 592	\$ 290	\$ 198	\$ 19	\$
	1997	\$ 624	\$ 505	\$ 564	\$ 386	\$ 300	\$ 978	\$ 416	\$ 48	\$ 38	\$
	1998	\$ 608	\$ 559	\$ 1.096	\$ 611	\$ 464	\$ 316	\$ 573	\$ 257	\$ 198	\$



Filter Details: Year = 1998											
Category	Year	Metrics Customer Region									
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germany
Electronics	1998	\$ 1.184	\$ 4.529	\$ 1.892	\$ 7.232	\$ 651	\$ 9.488	\$ 476	\$ 2.683	\$ 462	\$ 702
Food	1998	\$ 538	\$ 925	\$ 959	\$ 677	\$ 213	\$ 1.503	\$ 261	\$ 165	\$ 175	\$ 100
Gifts	1998	\$ 1.955	\$ 2.785	\$ 2.800	\$ 2.695	\$ 1.813	\$ 2.844	\$ 1.778	\$ 1.158	\$ 717	\$ 686
Health & Beauty	1998	\$ 611	\$ 887	\$ 566	\$ 382	\$ 499	\$ 1.162	\$ 1.044	\$ 273	\$ 72	\$
Household	1998	\$ 5.787	\$ 5.320	\$ 5.416	\$ 6.812	\$ 4.334	\$ 5.008	\$ 7.588	\$ 2.139	\$ 3.649	\$ 2.791
Kid's Korner	1998	\$ 247	\$ 422	\$ 441	\$ 380	\$ 221	\$ 592	\$ 290	\$ 198	\$ 19	\$ 69
Travel	1998	\$ 608	\$ 559	\$ 1.096	\$ 611	\$ 464	\$ 316	\$ 573	\$ 257	\$ 198	\$ 55

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

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 19

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Slice and dice

Subcategory	Year	Metrics Customer City									
		Alton	Alton	Alton	Alameda	Alka	Allagash	Alta	Altoola	Amestra	Amsterdam
Audio	1997						\$ 85				
Automotive	1997							\$ 30			
Chocolate	1997	\$ 42	\$ 42		\$ 50	\$ 20	\$ 22	\$ 44			\$
Christmas	1997	\$ 30				\$ 25	\$ 30	\$ 15			
Classic Toys	1997			\$ 9		\$ 7	\$ 26				\$ 38
Coffees	1997				\$ 59						
Comfort	1997					\$ 59					
Furniture	1997						\$ 485				
Gadgets	1997						\$ 199	\$ 79	\$ 79		
Games & Puzzles	1997						\$ 17		\$ 45		\$ 45
Gift Baskets	1997			\$ 55	\$ 43						\$
Golf	1997	\$ 25						\$ 25	\$ 14		\$ 25
Hearth	1997								\$ 15		
Jewelry	1997	\$ 75			\$ 189	\$ 24	\$ 77	\$ 189	\$ 24		
Kitchen	1997					\$ 55	\$ 21	\$ 76			\$
Lawn & Garden	1997	\$ 75	\$ 100		\$ 15	\$ 63	\$ 100		\$ 67	\$ 40	\$
Learning	1997	\$ 16						\$ 37	\$ 180		
Meat & Cheese	1997	\$ 40			\$ 20	\$ 20					\$ 25
Miscellaneous	1997	\$ 200	\$ 1.320		\$ 200	\$ 139			\$ 993		
Natural Remedies	1997	\$ 19							\$ 13		
Pets	1997	\$ 215	\$ 26			\$ 30	\$ 68	\$ 115	\$ 25		\$ 34
Plants & Flowers	1997	\$ 65	\$ 65	\$ 65			\$ 50	\$ 60			\$
Safety & Security	1997						\$ 30	\$ 22	\$ 22		
Skin Care	1997										
Sleeping	1997			\$ 18							
Toys & Accessories	1997						\$ 29	\$ 185	\$ 744		\$



Filter Details:							
Category = Electronics							
AND							
Dollar Sales > 80							
AND							
Customer Region = North-West							
AND							
Year = 1997							

	Metrics Customer City	Dollar Sales					
		Alta	Armstrong	Avery Heights	Lane	Mt. Everest	San Francisco
Subcategory							
Audio				\$ 98	\$ 123	\$ 85	
Comfort				\$ 118		\$ 1.495	
Gadgets		€ 100					€ 19


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

Copyright - Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 20

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino



Pivot


- Riorganizzazione dell'orientamento della struttura multidimensionale senza variare il livello di dettaglio
 - permette una visualizzazione più chiara delle stesse informazioni
 - la rappresentazione dei dati multidimensionali rimane sotto forma di “griglia”
 - due dimensioni sono gli assi principali della griglia
 - varia la posizione delle dimensioni nella griglia

Copyright – Tutti i diritti riservati

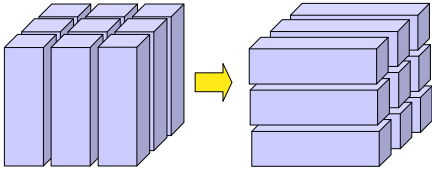
DATA WAREHOUSE: OLAP - 21

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino



Pivot



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

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 22

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Pivot

Category	Metrics		Dollar Sales
	Year		
Electronics	1997		\$ 10.616
	1998		\$ 29.299
Food	1997		\$ 5.300
	1998		\$ 5.638
Gifts	1997		\$ 16.315
	1998		\$ 20.047
Health & Beauty	1997		\$ 6.042
	1998		\$ 5.665
Household	1997		\$ 38.383
	1998		\$ 50.391
Kid's Korner	1997		\$ 2.559
	1998		\$ 2.943
Travel	1997		\$ 4.497
	1998		\$ 4.792



Category	Metrics		Dollar Sales	
	Year		1997	1998
Electronics			\$ 10.616	\$ 29.299
Food			\$ 5.300	\$ 5.638
Gifts			\$ 16.315	\$ 20.047
Health & Beauty			\$ 6.042	\$ 5.665
Household			\$ 38.383	\$ 50.391
Kid's Korner			\$ 2.559	\$ 2.943
Travel			\$ 4.497	\$ 4.792

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

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 23

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Pivot

Category	Year	Metrics Customer Region		Dollar Sales									
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germa		
Electronics	1997	\$ 138	\$ 1.774	\$ 384	\$ 138	\$ 2.346	\$ 2.554	\$ 2.184	\$ 566	\$ 199	\$		
	1998	\$ 1.184	\$ 4.529	\$ 1.892	\$ 7.232	\$ 651	\$ 9.488	\$ 476	\$ 2.683	\$ 462	\$ 7		
Food	1997	\$ 759	\$ 682	\$ 729	\$ 262	\$ 588	\$ 469	\$ 807	\$ 156	\$ 615	\$ 1		
	1998	\$ 538	\$ 925	\$ 959	\$ 677	\$ 213	\$ 1.503	\$ 261	\$ 165	\$ 175	\$ 1		
Gifts	1997	\$ 2.532	\$ 1.355	\$ 1.854	\$ 1.413	\$ 2.535	\$ 2.132	\$ 1.904	\$ 908	\$ 375	\$ 1.0		
	1998	\$ 1.955	\$ 2.785	\$ 2.800	\$ 2.695	\$ 1.813	\$ 2.844	\$ 1.778	\$ 1.158	\$ 717	\$ 6		
Health & Beauty	1997	\$ 624	\$ 640	\$ 1.317	\$ 647	\$ 588	\$ 754	\$ 654	\$ 143	\$ 292	\$ 3		
	1998	\$ 611	\$ 887	\$ 566	\$ 382	\$ 499	\$ 1.162	\$ 1.044	\$ 273	\$ 72			
Household	1997	\$ 5.354	\$ 4.112	\$ 5.410	\$ 4.446	\$ 3.058	\$ 3.974	\$ 2.654	\$ 3.545	\$ 2.875	\$ 1.9		
	1998	\$ 5.787	\$ 5.320	\$ 5.416	\$ 6.812	\$ 4.334	\$ 5.008	\$ 7.588	\$ 2.139	\$ 3.649	\$ 2.7		
Kid's Korner	1997	\$ 201	\$ 398	\$ 485	\$ 186	\$ 409	\$ 323	\$ 396	\$ 105	\$ 34	\$		
	1998	\$ 247	\$ 422	\$ 441	\$ 380	\$ 221	\$ 592	\$ 290	\$ 198	\$ 19	\$		
Travel	1997	\$ 624	\$ 505	\$ 564	\$ 386	\$ 300	\$ 978	\$ 416	\$ 48	\$ 38			
	1998	\$ 608	\$ 559	\$ 1.096	\$ 611	\$ 464	\$ 316	\$ 573	\$ 257	\$ 198	\$		



Category	Year	Metrics Customer Region		Dollar Sales									
		North-East	Mid-Atlantic	South-East	Central	South	North-West	South-West	England	France	Germa		
Electronics	1997	\$ 138	\$ 1.774	\$ 384	\$ 138	\$ 2.346	\$ 2.554	\$ 2.184	\$ 566	\$ 199	\$		
	1998	\$ 1.184	\$ 4.529	\$ 1.892	\$ 7.232	\$ 651	\$ 9.488	\$ 476	\$ 2.683	\$ 462	\$ 7		
Food	1997	\$ 759	\$ 682	\$ 729	\$ 262	\$ 588	\$ 469	\$ 807	\$ 156	\$ 615	\$ 1		
	1998	\$ 538	\$ 925	\$ 959	\$ 677	\$ 213	\$ 1.503	\$ 261	\$ 165	\$ 175	\$ 1		
Gifts	1997	\$ 2.532	\$ 1.355	\$ 1.854	\$ 1.413	\$ 2.535	\$ 2.132	\$ 1.904	\$ 908	\$ 375	\$ 1.0		
	1998	\$ 1.955	\$ 2.785	\$ 2.800	\$ 2.695	\$ 1.813	\$ 2.844	\$ 1.778	\$ 1.158	\$ 717	\$ 6		
Health & Beauty	1997	\$ 624	\$ 640	\$ 1.317	\$ 647	\$ 588	\$ 754	\$ 654	\$ 143	\$ 292	\$ 3		
	1998	\$ 611	\$ 887	\$ 566	\$ 382	\$ 499	\$ 1.162	\$ 1.044	\$ 273	\$ 72			
Household	1997	\$ 5.354	\$ 4.112	\$ 5.410	\$ 4.446	\$ 3.058	\$ 3.974	\$ 2.654	\$ 3.545	\$ 2.875	\$ 1.9		
	1998	\$ 5.787	\$ 5.320	\$ 5.416	\$ 6.812	\$ 4.334	\$ 5.008	\$ 7.588	\$ 2.139	\$ 3.649	\$ 2.7		
Kid's Korner	1997	\$ 201	\$ 398	\$ 485	\$ 186	\$ 409	\$ 323	\$ 396	\$ 105	\$ 34	\$		
	1998	\$ 247	\$ 422	\$ 441	\$ 380	\$ 221	\$ 592	\$ 290	\$ 198	\$ 19	\$		
Travel	1997	\$ 624	\$ 505	\$ 564	\$ 386	\$ 300	\$ 978	\$ 416	\$ 48	\$ 38			
	1998	\$ 608	\$ 559	\$ 1.096	\$ 611	\$ 464	\$ 316	\$ 573	\$ 257	\$ 198	\$		

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

Copyright – Tutti i diritti riservati

DATA WAREHOUSE: OLAP - 24

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Estensioni del linguaggio SQL

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 25 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Estensioni del linguaggio SQL

- Gli strumenti di interfaccia richiedono
 - nuove funzioni aggregate
 - funzioni aggregate utilizzate per le analisi economiche (media mobile, mediana, ...)
 - posizione nell'ordinamento
 - funzioni per la generazione di rapporti
 - definizione di totali parziali e cumulativi
- Lo standard ANSI ha accettato la proposta di nuove funzioni OLAP
 - incorporate nei prodotti a partire da DB2 UDB 7.1, Oracle 8i v2

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 26 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Estensioni del linguaggio SQL

- Gli strumenti di interfaccia richiedono
 - operatori per il calcolo di più raggruppamenti (group by) diversi nello stesso momento
- Lo standard SQL-99 (SQL3) ha esteso la clausola group by di SQL

Base di dati di esempio

Vendite(Città, Mese, Importo)

Città	Mese	Importo
Milano	7	110
Milano	8	10
Milano	9	70
Milano	10	90
Milano	11	35
Milano	12	135
Torino	7	70
Torino	8	35
Torino	9	80
Torino	10	95
Torino	11	50
Torino	12	120

Funzioni OLAP in SQL

- Nuova classe di funzioni aggregate (funzioni OLAP) caratterizzate da:
 - finestra di calcolo, all'interno di cui è possibile specificare il calcolo di funzioni aggregate
 - possibilità di calcolare totali cumulativi e media mobile
 - nuove funzioni aggregate per ricavare la posizione nell'ordinamento (ranking)

Finestra di calcolo

- Nuova clausola **window** caratterizzata da:
 - *partizionamento*: divide le righe in gruppi, senza collassarle (diverso da **group by**)
 - assenza di partizionamento: un solo gruppo
 - *ordinamento delle righe* separatamente all'interno di ogni partizione (simile a **order by**)
 - *finestra di aggregazione*: definisce il gruppo di righe su cui l'aggregato è calcolato, per ciascuna riga della partizione

Esempio

- Visualizzare, per ogni città e mese
 - l'importo delle vendite
 - la media rispetto al mese corrente e ai due mesi precedenti, separatamente per ogni città

Esempio


- Partizionamento in base alla città
 - il calcolo della media è azzerato ogni volta che cambia la città
- Ordinamento in base al mese per calcolare la media mobile sul mese corrente insieme ai due mesi precedenti
 - senza ordinamento, il calcolo sarebbe privo di significato
- Dimensione della finestra di calcolo: riga corrente e le due righe precedenti

Esempio

```
SELECT Città, Mese, Importo,  
       AVG(Importo) OVER Wavg AS MediaMobile  
FROM Vendite  
WINDOW Wavg AS (PARTITION BY Città  
                ORDER BY Mese  
                ROWS 2 PRECEDING)
```

Esempio

```
SELECT Città, Mese, Importo,  
       AVG(Importo) OVER (PARTITION BY Città  
                        ORDER BY Mese  
                        ROWS 2 PRECEDING)  
       AS MediaMobile  
FROM Vendite
```


Database and data mining group, Politecnico di Torino


Risultato

Città	Mese	Importo	MediaMobile
Milano	7	110	110
Milano	8	10	60
Milano	9	90	70
Milano	10	80	60
Milano	11	40	60
Milano	12	140	90
Torino	7	70	70
Torino	8	30	50
Torino	9	80	60
Torino	10	100	70
Torino	11	50	60
Torino	12	150	100

Partizione 1
 Partizione 2

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

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Osservazioni

- E' necessario specificare l'ordinamento, perché l'aggregazione richiesta utilizza le righe in modo ordinato
 - l'ordinamento indicato non corrisponde ad un ordine predefinito delle righe in output
- Quando la finestra è incompleta, il calcolo è effettuato sulla parte presente
 - è possibile specificare che, se la finestra è incompleta, il risultato deve essere **NULL**
- E' possibile specificare più finestre di calcolo diverse

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

Finestra di aggregazione

- La finestra mobile su cui è effettuato il calcolo dell'aggregato può essere definita
 - a *livello fisico*, formando il gruppo mediante conteggio delle righe
 - esempio: la riga corrente e le due righe precedenti
 - a *livello logico*, formando il gruppo in base alla definizione di un intervallo intorno alla chiave di ordinamento
 - esempio: il mese corrente e i due mesi precedenti

Definizione intervallo fisico

- Tra un estremo inferiore e la riga corrente
ROWS 2 PRECEDING
- Tra un estremo inferiore e uno superiore
ROWS BETWEEN 1 PRECEDING AND 1 FOLLOWING
ROWS BETWEEN 3 PRECEDING AND 1 PRECEDING
- Tra l'inizio (o la fine) della partizione e la riga corrente
ROWS UNBOUNDED PRECEDING (o FOLLOWING)

Raggruppamento fisico

- Adatto per dati che non hanno interruzioni nella sequenza
 - esempio: non manca nessun mese nella sequenza
 - è possibile specificare più di una chiave di ordinamento
 - il raggruppamento ignora le separazioni
 - esempio: ordinamento per mese e anno
 - non occorrono formule per specificare come calcolare la finestra

Definizione intervallo logico

- Si utilizza il costrutto **range**, con la stessa sintassi dell'intervallo fisico
- E' necessario definire la distanza tra gli estremi dell'intervallo e il valore corrente sulla chiave di ordinamento
- Esempio

RANGE 2 MONTH PRECEDING

Raggruppamento logico

- Adatto per dati “sparsi”, che hanno interruzioni nella sequenza
 - esempio: manca un mese nella sequenza
 - non è possibile specificare più di una chiave di ordinamento
 - è possibile utilizzare solo tipi di dato numerici o data come chiave di ordinamento (consentono di scrivere espressioni aritmetiche)

Applicazioni

- Calcolo di aggregati mobili
 - l'aggregato è calcolato su una finestra che “scorre” sui dati
 - esempi: media mobile, somma mobile
- Calcolo di totali cumulativi
 - il totale (cumulativo) è incrementato aggiungendo una riga alla volta
- Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

Calcolo di totali cumulativi

- Visualizzare, per ogni città e mese
 - l'importo delle vendite
 - l'importo cumulativo delle vendite al trascorrere dei mesi, separatamente per ogni città

Calcolo di totali cumulativi

- Partizionamento in base alla città
 - il calcolo della somma cumulativa è azzerato ogni volta che cambia la città
- Ordinamento (crescente) in base al mese per calcolare la somma al passare dei mesi
 - senza ordinamento, il calcolo sarebbe privo di significato
- Dimensione della finestra di calcolo: dalla riga iniziale della partizione alla riga corrente

Database and data mining group, Politecnico di Torino
DBM

Calcolo di totali cumulativi

```

SELECT Città, Mese, Importo,
       SUM(Importo) OVER (PARTITION BY Città
                          ORDER BY Mese
                          ROWS UNBOUNDED PRECEDING)
       AS SommaCumul
FROM Vendite
    
```

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 45 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino
DBM

Calcolo di totali cumulativi: risultato

Città	Mese	Importo	SommaCumul
Milano	7	110	110
Milano	8	10	120
Milano	9	90	210
Milano	10	80	290
Milano	11	40	330
Milano	12	140	470
Torino	7	70	70
Torino	8	30	100
Torino	9	80	180
Torino	10	100	280
Torino	11	50	330
Torino	12	150	480

} Partizione 1
} Partizione 2

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 46 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

- Visualizzare, per ogni città e mese
 - l'importo delle vendite
 - l'importo totale delle vendite sul periodo completo per la città corrente

Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

- Partizionamento in base alla città
 - il calcolo del totale complessivo è azzerato ogni volta che cambia la città
- Non è necessario l'ordinamento
 - il totale complessivo è calcolato indipendentemente dall'ordinamento
- Non è necessaria la finestra di calcolo
 - è l'intera partizione

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

```

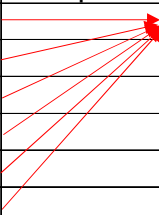
SELECT Città, Mese, Importo,
       SUM(Importo) OVER (PARTITION BY Città)
       AS ImpTotale
FROM Vendite
    
```


Copyright – Tutti i diritti riservati
DATA WAREHOUSE: OLAP - 49
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

Città	Mese	Importo	ImpTotale
Milano	7	110	470
Milano	8	10	470
Milano	9	90	470
Milano	10	80	470
Milano	11	40	470
Milano	12	140	470
Torino	7	70	480
Torino	8	30	480
Torino	9	80	480
Torino	10	100	480
Torino	11	50	480
Torino	12	150	480





Partizione 1

Partizione 2

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

Database and data mining group, Politecnico di Torino



Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

- Visualizzare, per ogni città e mese
 - l'importo
 - il rapporto tra l'importo della riga corrente per le vendite e il totale complessivo
 - il rapporto tra l'importo della riga corrente per le vendite e il totale complessivo per città
 - il rapporto tra l'importo della riga corrente per le vendite e il totale complessivo per mese

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 51 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino



Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

- Tre finestre di calcolo diverse
 - totale complessivo: nessun partizionamento
 - totale per città: partizionamento per città
 - totale per mese: partizionamento per mese
- Non è necessario l'ordinamento per nessuna finestra
 - il totale complessivo è calcolato indipendentemente dall'ordinamento
- La finestra di calcolo è sempre l'intera partizione

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 52 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

```

SELECT Città, Mese, Importo
      Importo/SUM(Importo) OVER ( )
      AS PercTotale
      Importo/SUM(Importo) OVER (PARTITION BY Città)
      AS PercCittà
      Importo/SUM(Importo) OVER (PARTITION BY Mese)
      AS PercMese
FROM Vendite
  
```

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 53 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino

Confronto tra dati dettagliati e dati complessivi

Città	Mese	Importo	PercTotale	PercCittà	PercMese
Milano	7	110	110/950	110/470	110/180
Milano	8	10	10/950	10/470	10/40
Milano	9	90	90/950	90/470	90/170
Milano	10	80	80/950	80/470	80/180
Milano	11	40	40/950	40/470	40/90
Milano	12	140	140/950	140/470	140/290
Torino	7	70	70/950	70/480	70/180
Torino	8	30	30/950	30/480	30/40
Torino	9	80	80/950	80/480	80/170
Torino	10	100	100/950	100/480	100/180
Torino	11	50	50/950	50/480	50/90
Torino	12	150	150/950	150/480	150/290

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 54 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Group by e finestre

- E' possibile abbinare l'uso di finestre con il raggruppamento eseguito dalla clausola **group by**
- La "tabella temporanea" generata dall'esecuzione della clausola **group by** (con eventuale calcolo di funzioni aggregate abbinate al **group by**) diviene l'operando a cui applicare le operazioni definite per la **window**

Esempio

- Si supponga che la tabella **vendite** contenga informazioni sulle vendite con granularità giornaliera
- Visualizzare, per ogni città e mese
 - l'importo delle vendite
 - la media rispetto al mese corrente e ai due mesi precedenti, separatamente per ogni città

Esempio

- E' necessario raggruppare i dati per mese e calcolare l'importo totale per mese prima di effettuare il calcolo della media mobile
 - si usa la clausola group by per calcolare il totale mensile
- La tabella temporanea generata dalla prima aggregazione diviene l'operando su cui definire la finestra di calcolo

Esempio

```
SELECT Città, Mese, SUM(Importo) AS TotMese,
      AVG(SUM(Importo)) OVER (PARTITION BY Città
                              ORDER BY Mese
                              ROWS 2 PRECEDING)
      AS MediaMobile
FROM Vendite
GROUP BY Città, Mese
```

Funzioni di ranking

- Funzioni per calcolare la posizione di un valore all'interno di una partizione
 - funzione **rank()**: calcola la posizione, lasciando intervalli vuoti successivi alla presenza di “pari merito”
 - esempio: 2 primi, subito dopo vi è il terzo nella graduatoria
 - funzione **denserank()**: calcola la posizione, senza lasciare intervalli vuoti successivi alla presenza di “pari merito”
 - esempio: 2 primi, subito dopo vi è il secondo nella graduatoria

Esempio

- Visualizzare, per ogni città nel mese di dicembre
 - l'importo delle vendite
 - la posizione nella graduatoria

Esempio

- Non occorre partizionamento
 - una sola partizione che include tutte le città
- Ordinamento in base all'importo per stilare la graduatoria
 - senza ordinamento, il calcolo sarebbe privo di significato
- La finestra di calcolo è l'intera partizione

Esempio


```
SELECT Città, Importo,  
       RANK() OVER (ORDER BY Importo DESC)  
       AS Graduatoria  
FROM Vendite  
WHERE Mese = 12
```

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Risultato

Città	Importo	Graduatoria
Torino	150	1
Milano	140	2

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 63 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Database and data mining group, Politecnico di Torino


Ordinamento del risultato

- L'ordinamento del risultato è ottenuto mediante la clausola **order by**
 - può essere diverso dall'ordinamento delle finestre di calcolo
- Esempio: ordinare il risultato dell'esempio precedente in ordine alfabetico di città

Copyright – Tutti i diritti riservati DATA WAREHOUSE: OLAP - 64 Elena Baralis
Politecnico di Torino

Esempio

```
SELECT Città, Importo,
       RANK() OVER (ORDER BY Importo DESC)
       AS Graduatoria
FROM Vendite
WHERE Mese = 12
ORDER BY Città
```

Città	Importo	Graduatoria
Milano	140	2
Torino	150	1

Estensioni della clausola group by

- Gli spreadsheet multidimensionali richiedono più totali parziali “in un colpo solo”
 - somma delle vendite per mese e città
 - somma delle vendite per mese
 - somma delle vendite per città
- Per motivi di efficienza è opportuno evitare
 - letture multiple dei dati
 - ordinamenti ridondanti dei dati

Estensioni della clausola group by

- Lo standard SQL-99 ha esteso la sintassi della clausola **group by**
 - **rollup** per calcolare le aggregazioni su tutti i gruppi ottenuti togliendo in ordine una colonna per volta dall'insieme specificato di colonne
 - **cube** per calcolare le aggregazioni su tutte le possibili combinazioni delle colonne specificate
 - **grouping sets** per specificare un elenco di raggruppamenti richiesti (diversi da quelli ottenibili con le due clausole precedenti)
 - () per richiedere totali generali (nessun raggruppamento)

Rollup: esempio

- Si considerino le seguenti tabelle
 - Tempo** (Tkey, **Giorno**, **Mese**, **Anno**, ...)
 - Supermercato** (Skey, **Città**, **Regione**, ...)
 - Prodotto** (Pkey, **NomeP**, **Marca**, ...)
 - Vendite** (Skey, Tkey, Pkey, **Importo**)
- Calcolare il totale delle vendite nel 2000 per le seguenti diverse combinazioni di attributi
 - prodotto, mese e città
 - mese, città
 - città

Rollup: esempio

```
SELECT Città, Mese, Pkey,
       SUM(Importo) AS TotVendite
FROM Tempo T, Supermercato S, Vendite V
WHERE T.Tkey = V.Tkey
      AND S.Skey = V.Skey
      AND Anno = 2000
GROUP BY ROLLUP (Città, Mese, Pkey)
```

- L'ordinamento delle colonne in **rollup** determina quali aggregati sono calcolati

Rollup: risultato

Città	Mese	Pkey	TotVendite
Milano	7	145	110
Milano	7	150	10
Milano
Milano	7	NULL	8500
Milano	8
Milano	NULL	NULL	150000
Torino	150
Torino	...	NULL	2500
Torino	NULL	NULL	135000
...
NULL	NULL	NULL	25005000

- I “superaggregati” sono rappresentati con **NULL**

Cube: esempio

- Calcolare il totale delle vendite nel 2000 per *tutte* le combinazioni dei seguenti attributi
 - prodotto, mese, città
- Si devono calcolare le seguenti aggregazioni:
 - prodotto, mese, città
 - prodotto, mese
 - mese, città
 - prodotto, città
 - prodotto
 - mese
 - città
 - nessun raggruppamento

Cube: esempio

```
SELECT Città, Mese, Pkey,
       SUM(Importo) AS TotVendite
FROM Tempo T, Supermercato S, Vendite V
WHERE T.Tkey = V.Tkey
      AND S.Skey = V.Skey
      AND Anno = 2000
GROUP BY CUBE (Città, Mese, Pkey)
```

- L'ordinamento delle colonne in **cube** è ininfluente

Calcolo del cubo

- Si considerano le proprietà distributive e algebriche delle funzioni aggregate
 - le funzioni aggregate *distributive* (**min**, **max**, **sum**, **count**) possono essere calcolate a partire da aggregazioni su un numero maggiore di attributi (con granularità maggiore)
 - Esempio: dall'importo totale su prodotto e mese, si calcola l'importo totale per mese
 - per le funzioni aggregate *algebriche* (**avg**, ...) è possibile il calcolo a partire da aggregazioni su un numero maggiore di attributi (con granularità maggiore), pur di memorizzare opportuni risultati intermedi
 - Esempio: per la media serve conoscere
 - il valore della media nel gruppo
 - il numero di elementi per gruppo

Calcolo del cubo

- Per rendere più efficiente il calcolo del cubo, si usano le proprietà distributive/algebriche delle funzioni aggregate
 - si usano i risultati di **group by** già calcolati
 - l'operazione di **rollup** richiede una sola operazione di ordinamento
 - il cubo può essere visto come una combinazione di più operazioni di **rollup** (in ordine opportuno)
 - si sfruttano operazioni di sort già eseguite (anche parzialmente)
 - è possibile utilizzare l'ordinamento delle colonne (A,B) per ordinare (A,C)

Grouping Set: esempio

- Calcolare il totale delle vendite nel 2000 per le seguenti combinazioni di attributi
 - mese
 - mese, città, prodotto
- Eseguire un rollup richiederebbe il calcolo di aggregati aggiuntivi

Grouping Set: esempio

```
SELECT Città, Mese, Pkey,
       SUM(Importo) AS TotVendite
FROM Tempo T, Supermercato S, Vendite V
WHERE T.Tkey = V.Tkey
      AND S.Skey = V.Skey
      AND Anno = 2000
GROUP BY GROUPING SETS
      (Mese, (Città,Mese,Pkey))
```