
Kompresní metody druhé generace

© 1998-2001 Josef Pelikán
KSVI MFF UK Praha

e-mail: Josef.Pelikan@mff.cuni.cz

WWW: <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/>

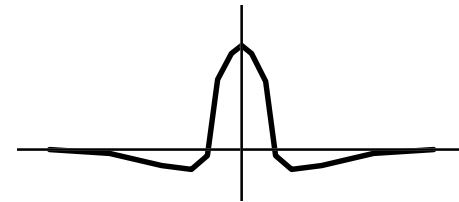
Metody druhé generace

- ◆ lépe se snaží porozumět **informační hodnotě obrazu**
 - teoretická hranice maximálního kompresního poměru je dána entropií, ale u obrazových dat je velice obtížné entropii určit
 - ◆ využívají nejmodernějších znalostí **zrakového systému člověka**
 - důležitější než entropie je množství informace, které dokáže využít lidské oko
- ➔ **vysoké kompresní poměry (až 70 : 1)**

Zrakový systém člověka

➔ **laterální inhibice** v sítnici (gangliové buňky)

– vysokofrekvenční filtr



➔ **kulová vada čočky a plošný charakter** světločivných buněk

– nízkofrekvenční filtr

➔ **neuniformní rozlišovací schopnost**

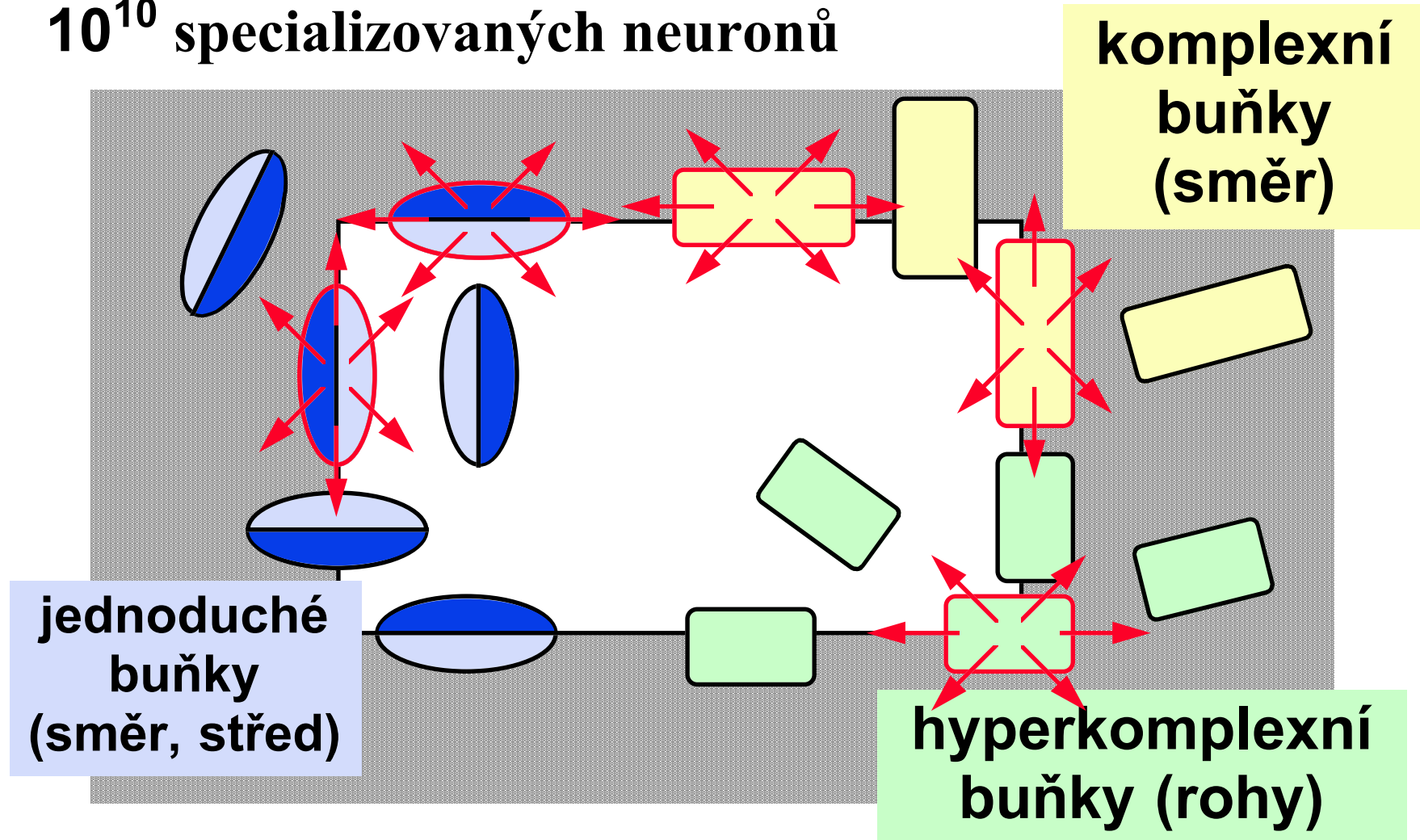
– směrem od žluté skvrny klesá hustota sítnice

➔ **buňky ve vizuální kůře mozku**

– reakce na VF detaily různých typů a směrů

Vizuální kůra mozková

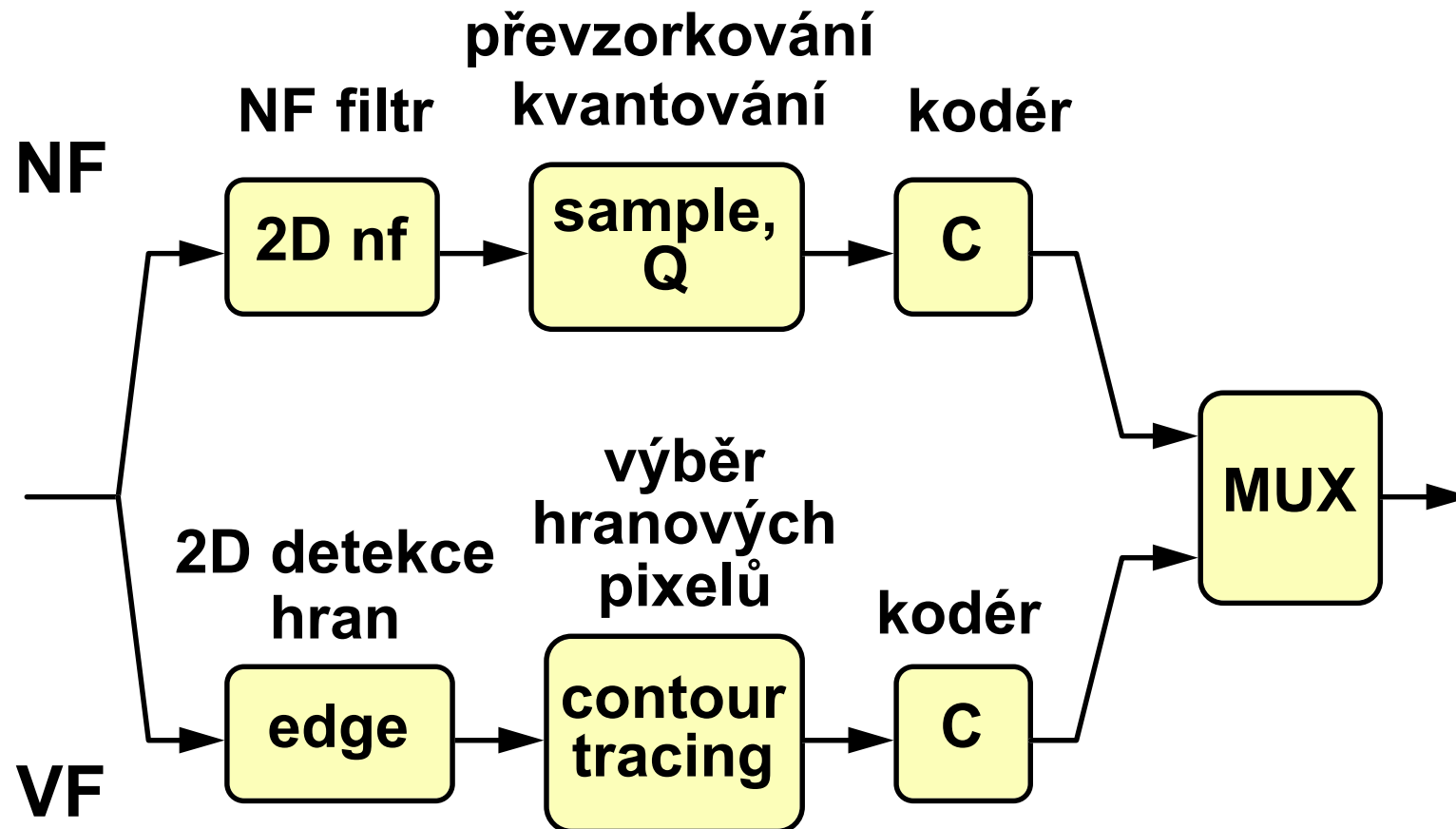
10^{10} specializovaných neuronů



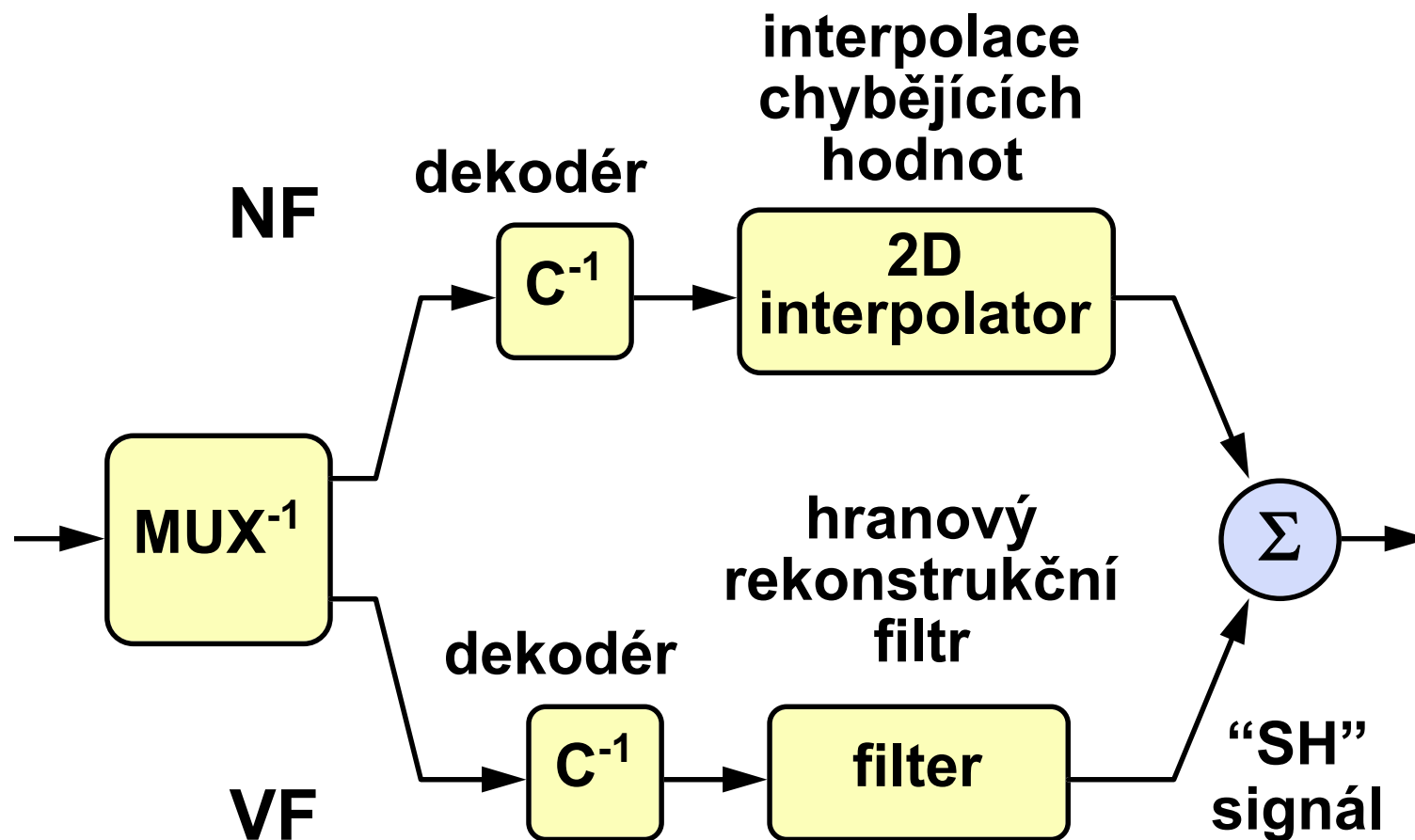
Synthetic High System (1959)

- ◆ **oddělené zpracování** nízkých a vysokých frekvencí
 - napodobení zrakového systému člověka
 - základní princip pro mnoho dalších metod
- ➔ **nízkofrekvenční složka** se hrubě převzorkuje
- ➔ **vysokofrekvenční složka** se přenáší v podobě tzv. hranových pixelů
- ➔ **algoritmus je ztrátový** ve VF části
 - analogová verze by byla bezeztrátová

Schema kodéru SHS



Schema dekodéru SHS



Pyramidální komprese (1983)

- ◆ **hybridní metoda**
 - kombinuje prediktivní a transformační princip
- ◆ **hierarchická struktura** podobná zrakovému systému člověka
 - navíc používá filtry s podobným průběhem
- ◆ **přirozený progresivní režim** kódování
- ➔ rozklad obrazu postupně na několik **frekvenčních pásem**
 - NF se převzorkuje, VF se přenáší s menší přesností

Rozklad obrazu na pásma

Rozklad originálního obrazu \mathbf{g} :

$$\mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{g}_1(\mathbf{x}, \mathbf{y}) + \mathbf{e}_1(\mathbf{x}, \mathbf{y})$$

nízkofrekvenční složka
(Gaussovský filtr)

vysokofrekvenční složka
(Laplaceův operátor)

dělicí frekvence \mathbf{f}_1

Další rozklady:

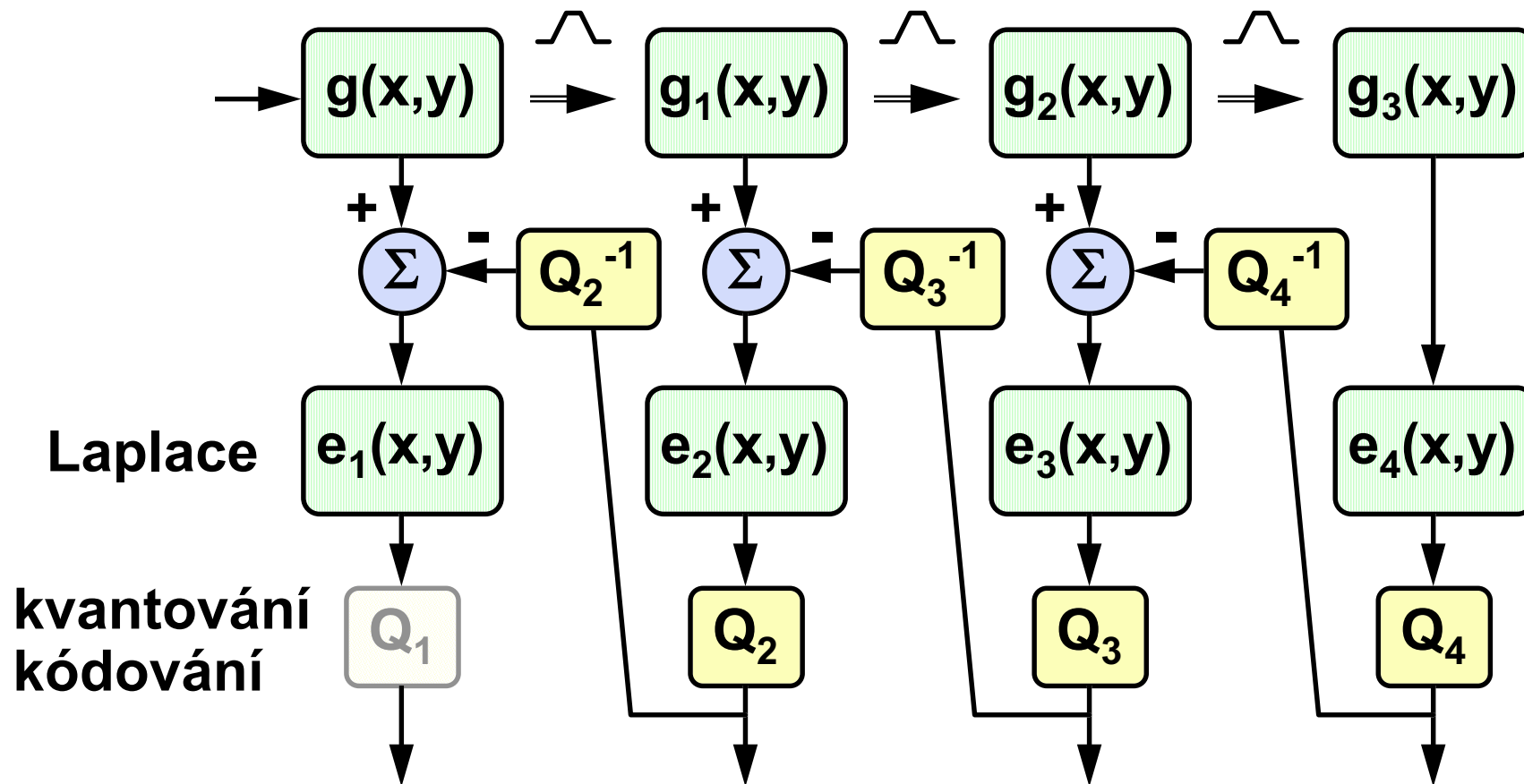
$$\mathbf{g}_i(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{g}_{i+1}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) + \mathbf{e}_{i+1}(\mathbf{x}, \mathbf{y})$$

dělicí frekvence:

$$\mathbf{f}_1 < \mathbf{f}_2 < \dots < \mathbf{f}_i < \mathbf{f}_{i+1}$$

Schema pyramidální komprese

NF filtry (Gaussovské)



Zpracování chybových pásem

Při každém rozkladu se zmenší rozměr dat faktorem:

$$\underline{f_i / f_{i+1}} \quad (\text{např. } 1/2)$$

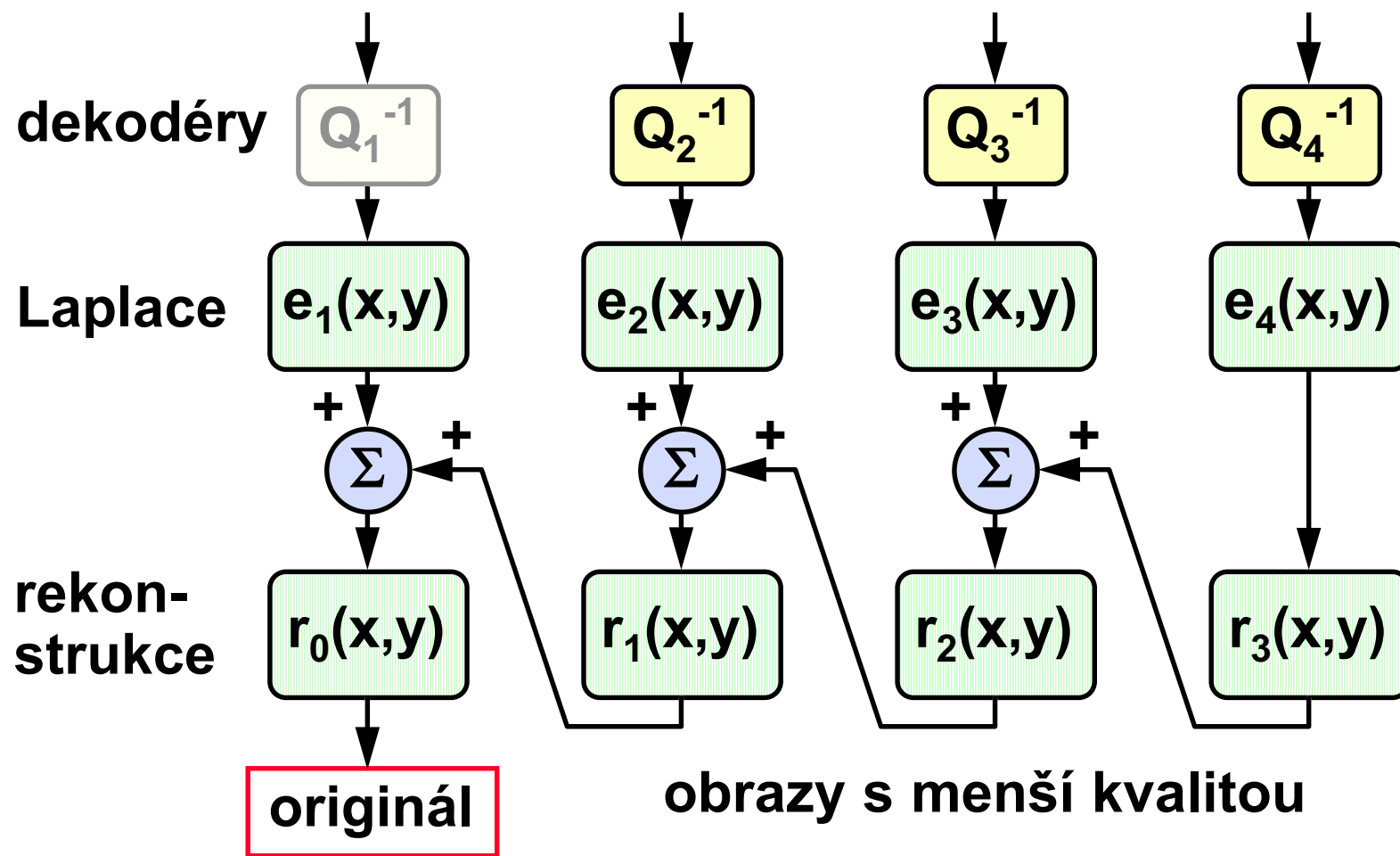
Výsledná posloupnost chybových signálů

$$\underline{e_1(\mathbf{x}, \mathbf{y}), e_2(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \dots, e_n(\mathbf{x}, \mathbf{y})}$$

se kvantuje a kóduje (pro menší citlivost oka na VF signál stačí k reprezentaci chyb méně bitů)

Algoritmus může být **bezeztrátový** jestliže přeneseme přesně první chybovou složku $e_1(\mathbf{x}, \mathbf{y})$

Pyramidální dekomprese



Metody založené na segmentaci

- ◆ nižší forma “**porozumění obrazu**”
- ◆ rozklad plochy obrazu na oblasti s podobnou **texturou** oddělené **hranami**
 - oblasti by měly odpovídat reálným objektům
 - oblasti i hrany se kódují zvlášť
- ➔ **oblasti**: průběh základní jasové funkce (lineární až kvadratický průběh) + textura (šum, Fourierovská analýza)
- ➔ **hrany**: vektorové kódování

Metoda narůstání oblastí (1982)

- ◆ segmentace obrazu **“zdola-nahoru”**
 - topologická varianta shlukové analýzy
- ① segmentace obrazu
- ② redukce počtu oblastí
- ③ kódování hran (vektorová reprezentace)
- ④ kódování textur (oblastí)

Segmentace obrazu

◆ rozdělení plochy obrazu na homogenní oblasti:

① **předzpracování**

– redukce šumu (granularity) se zachováním hran

② **narůstání oblastí**

– charakterizace buněk (globální trend, rozptyl, frekvenční analýza) a slévání podobných oblastí

③ **potlačení artefaktů**

– nedokonale oddělené oblasti, dvojité hrany

Redukce počtu oblastí

- ◆ v typickém obrázku je metodou narůstání nalezeno až několik tisíc oblastí
 - pro úspěšnou kompresi je třeba omezit počet oblastí na 100-300
- ➔ **eliminace malých oblastí**
 - např. oblasti s plochou menší než 15 pixelů
 - spojení s nejvhodnějším susedem (nejmenší chyba)
- ➔ **odstranění málo kontrastních hran**
 - spojení oblastí oddělených málo kontrastní hranou

Kódování oblasti

- ➔ střední hodnota jasu se kóduje např. **2D polynomem**
 - v praxi postačí maximální stupeň 2 (kvadratická aproximace)
- ➔ **kompence potlačeného šumu** (granularita, textura)
 - přidání umělého Gaussovského šumu nebo šumu typu “pepř a sůl”

Metody směrové dekompozice

- ◆ **důraz na kvalitní detekci hran**
 - charakteristiky filtrů jsou přizpůsobeny vlastnostem zrakového systému člověka (vizuální mozková kůra)
- ◆ **hrany jsou detekovány tzv. směrovými filtry**
 - 8-16 hlavních směrů
- ➔ **nízkofrekvenční složka se kóduje klasicky**
 - transformační nebo hybridní metoda
- ➔ **ztrátové kódování hran**
 - zanedbávají se méně důležité hrany

Konec

Další informace:

- **M. Kunt, A. Ikonomopoulos, M. Kocher:**
Second-Generation Image-Coding Techniques, Proc. of the IEEE, vol.73, #4, '85
- **A. Jain:** *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 1989