

Slijepo razdvajanje signala: teorija i primjene

Dr. Ivica Kopriva
znanstveni savjetnik, Institut Ruđer Bošković
ikopriva@irb.hr

Sažetak

Slijepo razdvajanje signala definira se kao problem izdvajanja izvornih signala miješanih u nepoznatom sustavu (statičkom ili dinamičkom; linearnom ili nelinearnom) s više ulaza i više izlaza. Pri tome, nepoznati broj ulaznih (izvornih) signala može biti manji, jednak ili veći od broja izlaznih (mjenjenih) signala. Kroz predmet će obrađene metode slijepog razdvajanja signala miješanih u navedenim sustavima: analiza nezavisnih, zavisnih i rijetkih komponenata. Metode će biti demonstrirane na širokom spektru primjena: nenadziranoj segmentaciji višespektralne i hiperspektralne slike, lokalizaciji moždanih izvora u fMRI signalu, slijepoj dekonvoluciji slike degradirane turbulencijom u atmosferi, poboljšanju prostorne razlučivosti infracrvenog goniometra, izdvajanju akustičkih signala iz reflektirajuće i nereflektirajuće okoline, te izdvajanju čistih komponenata iz spektara mase kemijskih spojeva.

Udžbenici:

- (CJ) Pierre Comon, Christian Jutten, ed. Handbook on Blind Source Separation: Independent Component Analysis and Applications, Academic Press, 2010.
- (HKO) Aapo Hyvärinen, Juha Karhunen, Erkki Oja, Independent Component Analysis, John Wiley, 2001.
- (CA) Andrzej Cihocki, Shun-ichi Amari, Adaptive Blind Signal and Image Processing, John Wiley, 2002.

Reference:

- (CZPA) Andrzej Cihocki, Rafal Zdunek, Anh Huy Phan, Shun-ichi Amari, Nonnegative Matrix and Tensor Factorizations - Applications to Exploratory Multi-way Data Analysis and Blind Source Separation, John Wiley, 2009.
- (S) James Stone. Independent Component Analysis - A Tutorial Introduction, The MIT Press, 2004.
- (H) Simon Haykin Ed., Unsupervised Adaptive Filtering, Volume I Blind Source Separation, John Wiley, 2000.
- (IZ) Izabrani radovi u znanstvenim časopisima.

SADRŽAJ

1. **Motivacija s ilustracijama primjena. Matematički repetitorij.** Ne-Gaussovi slučajni vektorski procesi i statistička nezavisnost; gradijentno optimiranje; teorija informacija; analiza principijelnih komponenata. (HKO, str. 1-122; CJ, str. 1-62).
2. **Analiza nezavisnih komponenata i linearni statički model.** Informacijsko-teorijski pristup; maksimum udaljenosti od Gaussove raspodjele; maksimalna vjerojatnost; minimum međusobne informacije; primjene u analizi fMRI signala i dekompoziciji hiperspektralne slike. (HKO str. 147-127; CJ, str. 107-153).
3. **Analiza nezavisnih komponenata i linearni statički model.** Tenzorske metode (međukumulanti četvrtog reda); statistike drugog reda za "vremenski" zavisne slučajne procese. (HKO str. 229-262; 341-354; CA str.129-174).
4. **Analiza nezavisnih komponenata i linearni statički model - problemi sa šumom.** aditivni šum; eksterni šum; metode neutralizacije šuma. (CA str.305-333, HKO 293-304).
5. **Analiza zavisnih komponenata.** Poboljšanje statističke zavisnosti: inovacije; wavelet paketi; filtarske banke; visokopropusni filtri; primjene u razdvajanju slika lica i dekompoziciji višespektralne slike.(IZ)
6. **Pododređeni statički problem.** Analiza rijetkih komponenata: transformacija baze; clustering i minimum l_p norme ($0 < p \leq 1$); primjene u dekompoziciji niskodimezionalne višespektralne slike, izdvajanju čistih komponenata u spektroskopiji i izdvajanju akustičkih signala u ne-reflektirajućoj okolini. (CJ, str. 367-414; CA 43-84; IZ).
7. **Određeni i pododređeni nenegativni problemi.** Faktorizacija nenegativnih matrica s ograničenjima na rijetkost i glatkoću; primjene u dekompoziciji višespektralne slike i izdvajanju čistih komponenata u spektroskopiji.(CJ, str. 515-542; CZPA, str. 131-199).
8. **Separacija signala u linearnim dinamičkim sustavima.** Filtriranje u diskretnom vremenu i Z transformacija; rješenja u vremenskom i frekvencijskom području; primjena u izdvajanju akustičkih signala u reflektirajućoj okolini. (CJ, str.281-322; HKO str. 355-369; H str.321-375, CA str. 335-381, IZ).
9. **Nelinearno slijepo razdvajanje signala.** Post-nelinearni model; razdvajanje u Hilbertovom prostoru sa reproducibilnom jezgrom; primjene u segmentaciji višekanalne medicinske slike. (CJ, str. 549-586).
10. **Primjena tenzorskih faktorizacija u razdvajanju višedimenzionalnih signala.** Tenzorski modeli: PARAFAC i TuckerN; kontrastne funkcije/divergencije; multilinearni SVD algoritam; primjene u dekompoziciji višespektralne slike i izdvajanju značajki u višespektralnoj slici melanoma i spektru mase raka prostate/maternice. (CZPA, str. 337-412).