

## Multiszenzoros feldolgozás

## Eddig ...

- Minden egyes modalitás alapvető anatómiai és élettani mechanizmusai
- DE: ritka, hogy csupán egyetlen modalitásunk „működik közre”
- Ezek nem csupán kiegészítik, hanem befolyásolják is egymást (lásd: kemoszenzoros óra feromonok észlelése)

- Összefoglaló néven
  - Keresztmodális (krosszmodális) interakció
  - Multiszenzoros érzékelés vagy feldolgozás
- Számos példájuk a mindennapi életben is tapasztalható, sokszor nem is tudatosul, hogy ez valójában az!
- A leghétköznapibb: emberi nyelv – egyszerre hallunk és (az esetek túlnyomó többségében) látunk is
- Mi történik ilyenkor? Mikor tudatosulhat? Hogyan lehet kísérletesen vizsgálni?

## Vizsgálata

- Szájról olvasás
- Szöveg zajban
- McGurk – hatás
  - „ga” vizuálisan, közben akusztikusan: „ba” –  
összészélmény: „da”
- DE: az eredmények értelmezése nehéz, nem általánosítható, mert a feladatok nem ekvivalensek!!!

## Eltérések lehetnek

- Szájról olvasásnál nagy egyéni eltérések versus szöveg a zajban
- Más ingerkorpusz
- Külső, nem kontrollált hatások
  - Beszélő stílusa, személyisége, hallgató gyakorlata

## Kereszt-modalitás a kommunikációban

- Vizuális
  - Szem, száj, arc, mimika
  - Ehhez társuló feldolgozandó információ:
    - Téri felbontás
      - Állandó faktor: pozicionális viszonyok (méret, hely)
      - Változó faktor: nézési távolság
    - Idői felbontás
      - Beszéd relatíve lassú (3-6 Hz, kb. 200 ms/szótag)
      - Sok külső hatás – érzelem, artikuláció, nyelv, ritmus, beszélő neme ...
  - Fontos a vizuális inger minősége
    - Manipulálható a nézési távolság szisztematikus változtatásával
      - McGurk hatás tesztelése 1 – 30 m-en kongruens és inkongruens esetben – kongruensnél bármely távolság, inkongruensnél 20 m alatt befolyásol
      - Beszélő fej méretének változtatása – kis mértékű hatás
      - Kép degradálása – csak nagy rontás esetén van hatás, relatíve alacsony téri frekvencia elegendő az AV feldolgozáshoz

## Hová figyelünk?

- Kommunikáció közben szemmozgás vizsgálata
- A két legfontosabb terület – szem és száj (ebben a sorrendben)
- Ha akusztikus információt zajosítunk, akkor megnő a száj szerepe – vizuális degradáció esetén nincs ilyen erős hatás
- Téri eloszlás
  - Száj és állkapocs mozgása
- Idői eloszlás
  - Ajak/állkapocs mozgási frekvencia
- Érdekességek: etnikai különbségek, modellek

## Egyéb viselkedéses jelenségek

- Mozifilmek
  - Máshonnan kapjuk az akusztikus és a vizuális információt, mégis összerakjuk
  - Nem tudatosul, amíg szinkron érkezik a két információ
- Hasbeszélő hatás
  - Azt „hisszük”, hogy a bábu beszél

## Modalitás helyességi hipotézis

- Általánosan: az a modalitás, ami az adott feladatban a leghelyesebb vagy legmegbízhatóbb, lesz az a modalitás, ami dominálja észlelésünket az adott pillanatban
- Kicsit szűkítve: téri feladatoknál inkább a látásunkra, míg időinél a hallásunkra támaszkodunk
- Tesztelése: lásd később

## Hasbeszélő hatás

- 1966: Howard és Templeton
- Az illúzió erőssége függ a szinkronitástól és a mozgás pontosságától
- Vizsgálták az illúzió idői és téri függését
- Feladat: ugyanakkor vagy sem A és V?
  - Eredmények:
    - 250 ms eltérés már különböző (telj. 100%)
    - Ha van eltérés, akkor AV rosszabb, mint VA

## Egy másik tesztelése

- Sötét szobában tréning (5 perc), A és V egyidőben, de más helyről
- Helyinformáció torzítva (V: prizma, A: pszeudofon)
- Tréning után feladat: A lokalizációja V nélkül – kapják: félre lokalizál az alany
- De: igen erős frekvencia-függése van a hatásnak
- Ha a két inger helyi viszonya nem egyértelmű, akkor nincs hatás



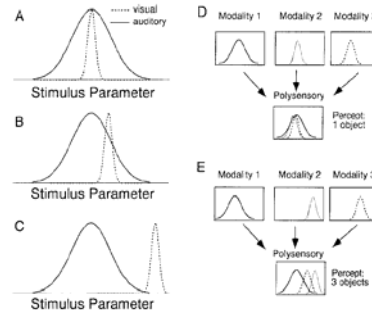
## A modalitáshelyességi hipotézis tesztelése

- Szűkített verzió cáfolata: hallás nem csak idői sávban lehet döntő, MERT példa
  - Egy hang befolyásolhatja egy azt követő fényvillanás detekcióját vagy a fényinger intenzitását
  - Két fénypont egymással szemben, összetalálkoznak
    - Ekkor hang – azt gondoljuk, hogy összeütköztek
    - Nincs hang – átmentek egymáson
  - Illusory flash effect: 1 fénypont, közben sok bip – villogó fénynek látjuk (fordítva nem igaz!!!)

## Egyéb kísérletek

- Auditoros mozgás hatása a vizuális mozgás észlelésére
  - V: dinamikus random pont kép változó mértékű koherens mozgással
  - A: binaurális hang B vagy J oldali hangszóróból, mozgást indukál
  - Kapják: random esetben a hang mozgásának irányába tolódik el a döntés
  - Álló V inger A mozgás mellett – szemmozgásból kiderül, hogy mozgást indukál

## Általános, bár igen egyszerűsített modell



## Mi ennek az idegi háttere?

- Nehéz következtetni, mert itt talán még inkább igaz, hogy az állati eredmények és viselkedések nem általánosíthatók az emberrel!
- Bizonyos multiszenzoros jelenségek (pl. nyelv) eleve nem is vizsgálhatók
- Tréning – más alapokon

## Elrettentésül

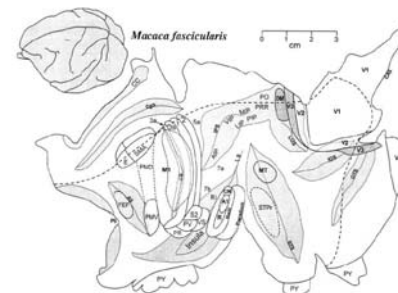
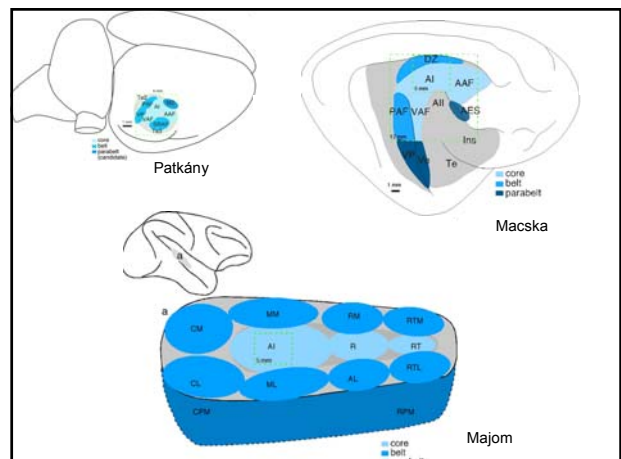


FIGURE 17.1 Some subdivisions of cortex in macaque monkeys. Cortex from the lower brain (upper left) has been removed and flattened so that the hemispheres are open. The cortex normally hidden in fissures is gray. Multimodal or bimodal areas of cortex include the rostral region of the superior temporal sulcus (STS), the anterior, lateral, ventral, and medial areas of the intraparietal sulcus (AIP, LIP, VIP, and MIP), and the parieto-occipital area (PO). Also shown are the somatosensory area (S1) of the auditory lobe, the parietal (PP) and central somatosensory (SN) areas, and the rostral premotor area (PMR). Other areas include primary visual cortex (V1, or area 17), the middle temporal visual area (MT), primary auditory cortex (A1), the ventral auditory area (R), the auditory belt of secondary areas (Belt), the auditory parabelt (Parabelt), posterior parietal areas 7a, 7b, and 7c, premotor cortex (BE), anterior parietal somatosensory areas 7a, 7b, 7c, and 7d, primary motor cortex (M1), frontal premotor cortex (PMd), the supplementary motor area (SMA) and its eye field (E), and the frontal eye field (FEF). Fissures include the cuneus sulcus (CS), the parieto-occipital sulcus (POS), the central sulcus (CS), the lateral sulcus (LS), the superior temporal sulcus (STS), the transverse sulcus (TS), the fusus sulcus (FS), the inferior occipital sulcus (IOS), the occipital temporal sulcus (OTS), and the calcarine sulcus (CAS). The prefrontal cortex (PF) and the corpus callosum (CC) are shaded.

## Kérgi és kéregalatti területek

- Vannak unimodális területek
- DE: ők is kapcsolatban állnak más unimodális és multimodális területekkel is
- Nagyrészt ezek a területek küldenek feedback-et (pl.: STS, PP sulcus VIP, LIP), de újabban: korai auditoros kérgi területekről is jön V1-be infó
- Auditoros kéreg régiói: core, belt, parabelt



### Bimodális területek – insula, auditoros belt és társai

- Insula – szomatoszenzóriumban érintett, de auditoros is!
- Caudomedialis auditoros területek – auditoros és szomatoszenzoros
- Vizuoszomatoszenzoros: VIP (kap inputot a CM Aud-ból is)
- Eleve bimodális – gusztátoros régió
- Tapintás és fájdalom – insula
- Fájdalom és hő – Thalamuson keresztül insula

### STS

- Az egész sulcust tekintve csak a felső part és a fundus polimodális, míg az alsó vizuális.
- Inputot kap: PP vizuális területek, temporális kéreg (IT), MST, ST fundus, pulvinar, auditoros parabelt, kevésbé direkt: S7b, VS7a, caudalis insula
- Feedback: V1(reciprok)

### Posterior parietalis kéreg

- Az érdeklődés tárgyának lokációját kódolják
- Nagyon sok része van: PIP, MIP, LIP, VIP, AIP – ezek mind több részből állnak
- Általánosan igaz rájuk: szenzoros infót olyan jellé, melyek a kéz és szemmozgásban fontosak
- Innen: prefrontális kéreg, premotor, frontális ventromediális

### Legfontosabb feladata

- A különböző modalitásból érkező információk összekapcsolása, hogy egy adott szituációban releváns referenckeretet tudjunk definiálni, amely hasznos a célunk elérése érdekében (cselekvés oldalról is!!!)
- Azaz: fontos szerep a mozgástervezésben

### Területek

- LIP
  - A (szem)mozgás jövőbeni helyére utaló szenzoros ingerek ingerlik
- MIP (POC átfedéssel)
  - Elérést kódol
- AIP
  - Odanyúlás tervezés

### PP inputjai

- LIP: V2, V3, V3a, MT, MST, V4, IT – tovább: FEF; A és S csak indirekten – vizuomotoros funkciók
- MIP: főként vizuális bemenet, kézzel való elérés intenciója
- VIP: van unimodális és bimodális része is

## Premotor area

- Ventrális része: taktilis infó feldolgozása és az archoz közel lévő tárgyak észlelése
  - Sokszor trimodális – fej melletti vizuális tárgyak, melyek hangot bocsátanak ki

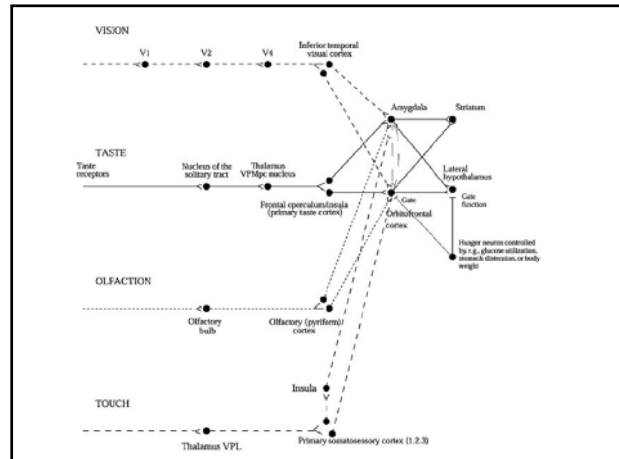
## Prefrontális kéreg

- Mediális: sok opiátreceptor – viselkedés affektív aspektusa
  - Sok input az STS-ből és az auditoros parabeltből
- Dorzolaterális: working memory
  - Dorzális: téri lokáció, WHERE
  - Ventrális: ingertárgyak azonosítása, WHAT
- Orbitofrontális: érzelmi és motivációs funkció
  - Input: auditoros és polimodális, IT, AIP, insula ...
  - Ennél részletesebb kapcsolatrendszer: Rolls munkássága



## Rolls modalitási kapcsolati rendszere

- A legjobban összefoglalt – minden modalitást akkurátusan megvizsgál minden más modalitással kapcsolatban
- Kéregalatti területek szerepét is vizsgálja
- Alapja főként majom egysejt-regisztráció



## Ízlelés

- Amit eddig tudunk: nucleus tractus solitarii – thalamus – elsődleges gusztátoros kéreg (T1)
- Innen T2, ami már az OF caudolateralis része – itt már csak egy adott ízre reagálnak a sejtek
- Motiváció által okozott íz-kiváltott jelek modulációja – T2 (pl. máshogy ha éhes vagy ha túletették azzal az ízzel)
- ZAMAT!!! – OF (főként unimodális, de egymáshoz nagyon közel, némelyik bimodális)

## Szaglás

- OF 35%-a olfaktoros neuronok – a szagokat azok íz-asszociációi alapján kategorizálják
- Út: bulbus olfactorius – olfaktoros kéreg – OF és amygdala

## Vizuális inputok

- Sok OF-s sejt vizuális, mely szaglási és íz válaszokat is ad – ezek a válaszok érthető módon gyorsan változnak. Oka a gyors rátanulás = „mintázat-asszociátor”
- Fiziológiai alapja: LTP, LTD – ezt elősegíti és felgyorsítja, hogy az IT fordításra, méretre és nézetre invariáns – helyes generalizáció
- Olfaktoros és vizuális – jóllakottság függvénye a látványra adott válasz

## Trimodalitás

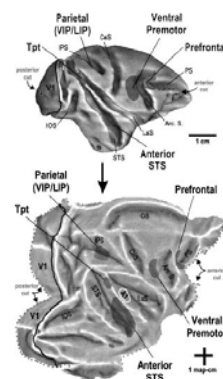
- OF – íz és szag válaszok az étel textúrájára
- OF: jelzi a zsír (zsiradék) jelenlétét a szájban – az állagra és nem az ízére reagálnak ezek a sejtek
- Út: thalamus VPL – S1 – OF és amygdala

## Subcorticalis struktúrák

- Amygdala
  - Sok kapcsolat az OF kéreggel, a multiszenzoros konvergencia típusa is hasonló, DE: nincs ilyen gyors tanulás – oka lehet: kevésbé gyors LTD
- Hippocampus
  - Ide futnak a szenzoros feldolgozó streamek végei – lehetősége van tehát ezek összekapcsolására

## Humán képképzés eredményei

- Audiovizuális területek
  - aSTS, pSTS, PP kéreg (VIP, LIP), premotoros terület, prefrontális kéreg
  - Kéreg alatt: colliculus superior, claustrum, thalamus supragenicularis magvak, medialis pulvinar, amygdala komplexum



## Érzelem

- Két fontos terület: OF és amygdala
- Funkciójuk
  - Különböző modalitású ingerek affektív értékének reprezentációja
  - Asszociatív tanulás – addig semleges inger most érzelmi töltetet kap
- Kérdés: milyen szerepük van az egyes modalitások esetén?

## Ízlelésben

- T1 és T2 – utóbbi már az OF kéreg része
  - A terület az íz kellemességének függvényében 2 részre elkülöníthető (tehát mindkettőt reprezentálja, de elkülönítve)
- Amygdala: inkább averzív és félelem-függő ingerek

## Szaglásban

- O1 direkt kapcsolat a bulbus olfactoriusból jövő infó és az OF között
- Szagingerre emelkedett piriform aktiváció és OF aktiváció emelkedése is!
- Amiben eltér a két terület: az OF nem habituálódik
- Rossz szag: bal OF és bal amygdala
- Pozitív illat: mediális OF
- Éhségérzetet változtatva: aktivitás-változás a caudális OF-ben

## Tapintásban

- OF inputot kap: S1, S2, IP 7a, 7b, caudális insula
- MR-ben pozitív versus semleges tapintás: pozitívrá emelkedett OF aktivitás
- Míg az S1 és S2 inkább intenzitást kódol, addig az érzelmi töltetet az OF adja hozzá

## Viszcerális és szomatikus reprezentációban

- Szívfreki, vérnyomás ...
- Insula – thalamus nucl. VL, PM – caudális OF
- Érintett még prefrontális kéreg is

## Látásban

- IT-től egyenes út OF-be és az amygdalába is
- Leginkább arcok érzelemkifejezésének feldolgozása
- OF: pl. attraktivitás
- Amygdala: főleg félelem, még ha nem is tudatosul az inger
- De: nem csupán vizuális inger esetén, hanem pl. ételeknél is

## Hallásban

- Ugyancsak mindkettőbe direkt bemenet a temporális sulcusból
- Magas hang – kellemes – mediális OF aktivitás növekedik
- Averzív zene: caudolaterális OF aktivitás-változás
- Amygdala: vokális félelem-inger: hippocampus aktiváció-növekedés, mások szerint amygdala deaktiváció

## Asszociatív tanulásban

- Klasszikus félelem kondicionálás – amygdala léziója megzavarja
- Archoz averzió társítása – igen korán amygdala aktivitásának növekedése az arcingerre
- OF: valószínűleg a díjazásban érintett area, statisztikai tanulásban

## És akkor a vadászgöreyény ... ☺

- Fejlődést illetve plaszticitást vizsgáltak
- CGL és CGM „áthuzalozása” –  
eredménye: auditoros kéreg retinotopikus szerveződése



## Máig vitatott jelenség - szinesztézia

- Fő kérdés: perceptuális vagy konceptuális jelenség?
- Ramachandran: ez egy szenzoros jelenség, mely valószínűleg genetikai eredetű, olyan perzisztens neurális kapcsolatokkal magyarázza, melyek keresztbe huzalozást okoznak az egyes agytérképek között
- Elvileg 0.5%, de lehet, hogy jóval több
- Nő vs Férfi = 6:1
- Idő függvényében stabilitást mutat
- Hipotézis: vagy a szomszédos területek közötti anatómiai kapcsolatok vagy erős vissza-projekciók miatt.
- Ramachandran: valószínűleg anatómiailag szomszédos térképek közötti lokális kapcsolatokkal magyarázhatók

## Ajánlott irodalom

### THE HANDBOOK OF MULTISENSORY PROCESSES

*Edited by:* Gemma A. Calvert  
Charles Spence  
Barry E. Stein

A BRADFORD BOOK  
THE MIT PRESS  
CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS  
LONDON, ENGLAND

