

BRAIN

Neurochemistry Simulation

정신과 진료 보조 시스템

PSYCHIATRIC TREATMENT ASSISTANT SYSTEM

Navier-Stokes Quantum Tunneling • Receptor Kinetics •
Pharmacokinetics

01. 시스템 개요 (Overview)

본 시스템은 신경화학(Neurochemistry) 시뮬레이터와 유체 역학 모델링을 결합한 차세대 정밀 의료 도구입니다. 환자와 의사 모두에게 최적화된 이중 모드 인터페이스(Dual Mode Interface)를 제공합니다.

• 환자용 (Patient Mode)

복잡한 약물 작용 기전을 시각화하여 환자의 이해를 돕고 상담 효율을 극대화합니다.

• 의사용 (Doctor Mode)

수용체 민감도, 물리적 파라미터 등을 정밀 조절하여 환자 맞춤형 시뮬레이션을 수행합니다.

02. 핵심 기술 (Core Engines)

A. 유체 역학 (Fluid Dynamics)

시냅스 간극에서의 신경전달물질 이동을 나비에-스토크스(Navier-Stokes) 방정식을 통해 계산합니다. 확산과 대류 현상을 물리적으로 정확하게 묘사하며, 비선형 현상 반영을 위해 Burgers 방정식이 추가 적용됩니다.

$$\partial \mathbf{u} / \partial t + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} = -(1/\rho) \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u}$$

B. 수용체 동역학 (Receptor Dynamics)

의사 모드에서는 각 수용체의 민감도(Sensitivity)를 0.1 ~ 2.0 범위에서 조절하여 내성(Tolerance) 및 과민성(Hypersensitivity)을 시뮬레이션합니다.

수용체 (Receptor)	신경전달물질	상태 (Status)	설정값 (Value)
D2	Dopamine	Normal	1.0
5-HT	Serotonin	Hypersensitive	1.5
GABA-A	GABA	Tolerance	0.8
NMDA	Glutamate	Normal	1.0

$$\text{약물 효능(Effect)} \propto \text{농도} \times [K_d]^{-1}$$

03. 심화 물리 모델링 (Advanced Physics)



양자 터널링 (Quantum Tunneling)

고전 역학적 에너지 장벽을 전자가 확률적으로 통과하는 현상을 모델링하여, 분자 수준의 미시적 상호 작용과 예측 불가능성을 반영합니다.

$$T \approx \exp(-2Kd)$$

(K : 감쇠 계수, d : 장벽 두께)



약동학 (Pharmacokinetics)

뇌 환경의 pH 변화에 따른 약물의 이온화 상태 변화를 헨더슨-하셀바흐(Henderson-Hasselbalch) 식을 통해 계산합니다.

$$pH = pK_a + \log([A^-] / [HA])$$

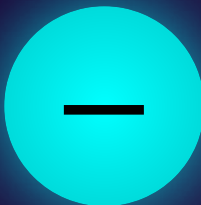
04. 시각화 분석 가이드 (Visual Analytics)

시스템은 분석 결과를 직관적인 색상 코드로 시각화하여 제공합니다.



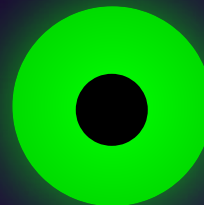
Red Glow (활성 영역)

약물에 의해 자극받은 뇌
부위.
활성도가 높을수록 붉은
색 범위가 넓어집니다.



Cyan Line (시냅스 연결)

영역 간의 연결성.
수용체 민감도가 높을수
록 선이 밝고 굵게 표시
됩니다.



Green Dot (전자 구름)

양자 역학적 확률 분포.
약물 분자의 미세 거동을
구름 형태로 시각화합니
다.

[cite_start]Image Sources: iStockphoto, Freepik, Vecteezy [cite: 74-84]

Generated based on Psychiatric Treatment Assistant System Documents