مجله پیشرفت های نوین در روانشناسی، علوم تربیتی و آموزش و پرورش
سال چهارم، شماره ۳۴، فروردین ۱۴۰۰
ISSN: ۲۵۸۸-۷۵۱۳
www.jonapte.ir

نظریه مغز هولونومیک

محسن مصطفائی [۱]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد روان شناسی عمومی ، دانشگاه پیام نور ، واحد اردبیل ، ایران (نویسنده مسئول)

چکیده

یکی از مشکلات و سؤالات اساسی که علوم اعصاب با آن مواجه است، این است که چگونه آسیب‌دیدگی محلی در مغز به‌صورت انتخابی سبب ایجاد اختلال در کل حافظه در مغز انسان نمی‌شود. این مسئله مشابه با یک هولوگرام است. توجه شود که در یک هولوگرام آسیب‌دیدگی‌ها، اطلاعات ذخیره‌شده در هولوگرام را دچار اختلال نمی‌کنند. دلیل این مسئله این است که در هولوگرام اطلاعات به‌صورت توزیع‌شده ذخیره شده‌اند. اطلاعات در فرآیندهای ذخیره آن‌ها روی نوار یا فیلم هولوگرام تار می‌شوند و سپس با استفاده از فرآیندهای بازیابی تاری آن‌ها رفع می‌شود و می‌توانیم کل اطلاعات را برگردانیم. در اینجا در مورد مفهوم هولوگرافی و شواهدی که کارل پریبرام (Karl Pribram) از آن استفاده کرده است تا نظریه مغز هولونومیک را مطرح کند، شرح داده می‌شود. این نظریه به طور خلاصه می‌گوید که مغز از تبدیلات ویژه‌ای استفاده می‌کند تا اطلاعات مقطعی را در مناطقی از مغز بسط دهد و یا توزیع کند.

واژه‌های کلیدی: نظریه، هولونومیکی، هولوگرام، مغز.

نظریه مغز هولونومیک

نظریه مغزی هولونومیک نوعی فرآیند را توصیف می‌کند که در شبکه‌های عصبی بسیار ریز رخ می‌دهد. این فرآیند از بخش‌هایی از پتانسیل‌های میدانی محلی تشکیل شده‌است که به صورت ریاضی با تبدیل فوریه یا تبدیل موجک تشریح شده‌اند. روش فوریه برای درک حسی، اساس نظریه هولونومیک در عملکرد مغز است.

همانطور که از نام هولونومیک مشخص است ، مربوط به سیستم مختصات نامحدود فوریه توصیف‌شده توسط هولوگرافی است. فوریه یک سیستم مختصات زمان - فضا را به یک سیستم مختصات طیفی تبدیل می‌کند که در آن ویژگی‌های تصاویر معمولی ما در سراسر سیستم پخش می‌شوند. تبدیل فوریه به طور معمول روی نوارهای الکتریکی مغز مانند سیگنال‌های مغزی و محلی انجام می‌شود. عبارت «هولونومی» برای توصیف یک فرآیند محدود ، پنجره‌ای و تبدیل فوریه از هرتز که از آن برای بیان کلی‌تر دستگاه مختصات خاص استفاده می‌کرد، اقتباس شده‌است. در کاربرد آن‌ها برای پردازش تصویر در پرتونگاری نظیر اسکن pet و تشدید مغناطیسی کارکردی (Fmri) و حتی به تازگی برای پردازش تصاویر در دوربین‌های دیجیتال استفاده شده‌است.

دنیس گابور نقش مهمی در استفاده از فرآیندهای فوریه پنجره برای استفاده در نظریه ارتباطات داشت و شباهت زیادی به کاربرد آن در توصیف فرآیندهای کوانتومی در فیزیک اتمی داشت. بنابراین گابور واحدهای ارتباطی خود را « کوانتم اطلاعات » نامید.

نظریه هولونومیک کارل پریبرام مبتنی بر شواهدی مبنی بر اینکه حوزه‌های پذیرنده دندریتیک در ویژگی‌های حسی توسط توابع گابور تشریح شده‌اند ، استوار است .

با در نظر گرفتن سیستم بصری به عنوان مثال, شکل یک تصویر نوری توسط شبکیه به یک فرآیند کوانتومی تبدیل می‌شود که به قشر بصری انتقال می‌یابد.

اما توابع موجک مشابه، اگرچه در ارتباطات و محاسبات مفید هستند، نمی‌توانند به عنوان ویژگی تصویر و اشیایی که ما را در دنیای زمان در فضا هدایت می‌کنند، عمل کنند. برای دستیابی به این خواص تبدیل فوریه معکوس باید رخ دهد. خوشبختانه فرآیند فوریه آسان است؛ همان دگرگونی که حوزه هولوگرافی را به وجود می‌آورد، ما را به فضا زمان می‌برد. تبدیل فوریه با حرکت انجام می‌شود. در دید ، حرکات نیستاگموید پیکسل ها را تعریف می کنند ، نقاطی که به طور ریاضی توسط "Point Attractors"تعریف می شوند. حرکات بزرگتر چشم و سر گروههایی از نقاط را تعریف می کند که به راحتی می توانند به عنوان ارقام متحرک فضا-زمان شناخته شوند. چنین گروه بندی هایی از نظر ریاضی به عنوان "گروه های تقارن" تعریف می شوند. فرایندهای مغزی درگیر توسط قشر حرکتی بلافاصله در مجاورت قشر بینایی اولیه سازماندهی می شوند. نوارهای حرکتی مشابه در مجاورت سایر سیستم های ورودی حسی قرار دارند.

ریشه‌های نظریه مغز هولونومیک

نظریه هولونومیک مغز دو ریشه دارد:

۱. شواهد تجربی به‌دست‌آمده در طول دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ که فرآیندهای خاص مغز را به عنوان پتانسیل‌های می‌دانی محلی و همچنین انفجارهای پی‌درپی تخلیه الکتریکی ترسیم کردند.

۲. دیدگاه‌های ریاضی دنیس گابور در دهه ۱۹۷۰ در تصویر برداری نوری توسط امت لیث در اوایل دهه ۱۹۶۰ کشف شد.

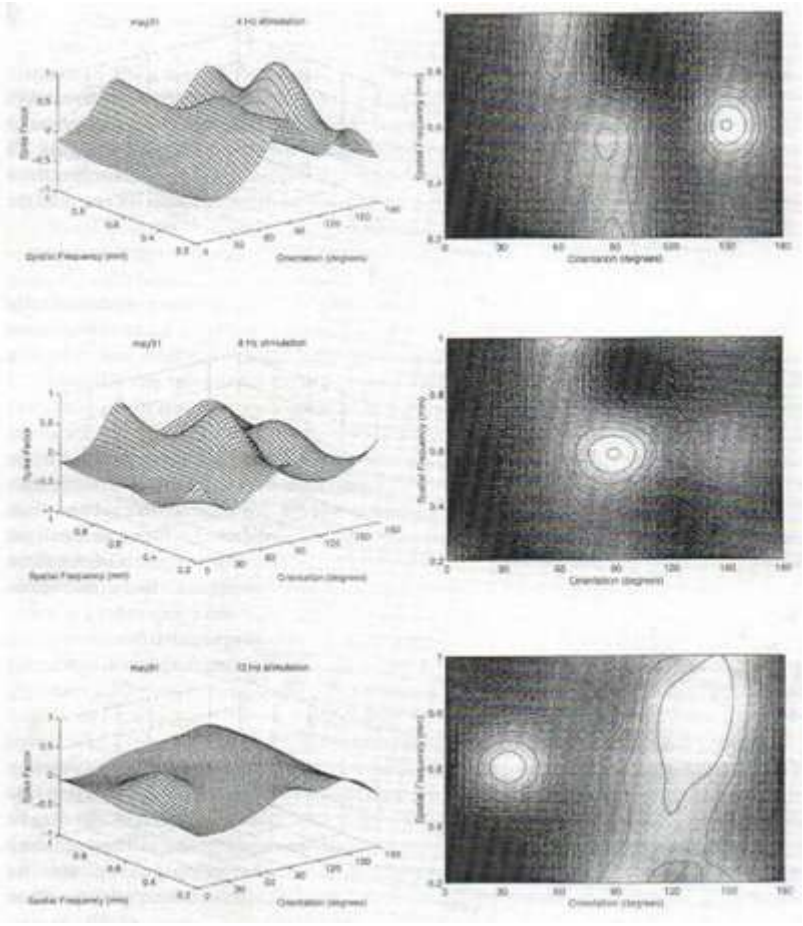
روش نقشه برداری تجربی با کارهای استفان کافلر (۱۹۵۳) شروع شد .

روش کار: این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده بود. یک میدان بصری به عنوان بخشی از محیطی توصیف می‌شود که فرد بدون حرکت چشم می‌تواند با یک چشم ببیند. نقشه‌های این حوزه به طور معمول توسط پاسخ شفاهی فرد به نقطه نور در محیط مناسب مانند کاغذ گراف ثبت می‌شوند.

برای پاسخ شفاهی انسان، کافلر پاسخ یک نورون را که از یک میکروالکترود ثبت‌شده در سیستم بصری یک حیوان ضبط شده‌است را جایگزین کرد. از آنجا که این سند به جای کل سیستم بینایی از دامنه یک نورون ساخته شده‌بود، نقشه تصویر آنچه در زیر شاخه دندریتی آن نورون جریان داشت را به تصویر کشید. این نقشه دیگر نقشه آن چیزی نبود که توسط کل سیستم بینایی مشاهده می‌شد، اما تنها آن بخش، میدان دندریتی پذیرنده که توسط نورون خاصی مشاهده شد.

این شاخه دندریتی به منظور حمایت از پتانسیل‌های عمل تکثیر شده, از فیبرها تشکیل شده‌است و تغییرات پتانسیل میدان موضعی بین تحریک متوسط (پس سیناپسی) و مهار (پس سیناپسی) نوسان می‌کند. بنابراین نقشه‌ها نشان‌دهنده توزیع نوسانات پتانسیل الکتریکی در یک دیواره خاص است.

در بررسی‌های آزمایشگاهی مشخص شد که قشر بینایی به طور موثرتری نسبت به یک خط طویل به جای نقطه نور واکنش نشان می‌دهد..



شکل ۱ - مثالی از نمایش سه‌بعدی توزیع سطح و نقشه منحنی متناظر پاسخ الکتریکی به تحریک عصبی

نظریه‌های ادراک بینایی به منظور یافتن خطوط جهت‌یابی ساخته شده‌اند، به چیزی که ممکن است به عنوان «شکل چوبی دو بعدی »نامیده شود، اشاره دارد که نشان می‌دهد ما چگونه تصاویر اشیا را براساس هندسه اقلیدسی به دست می‌آوریم. نظریه‌های ادراک مبتنی بر فرکانس‌ها باعث ظهور یک دیدگاه تبدیلی در پردازش سیگنال‌های دیداری شده بودند.

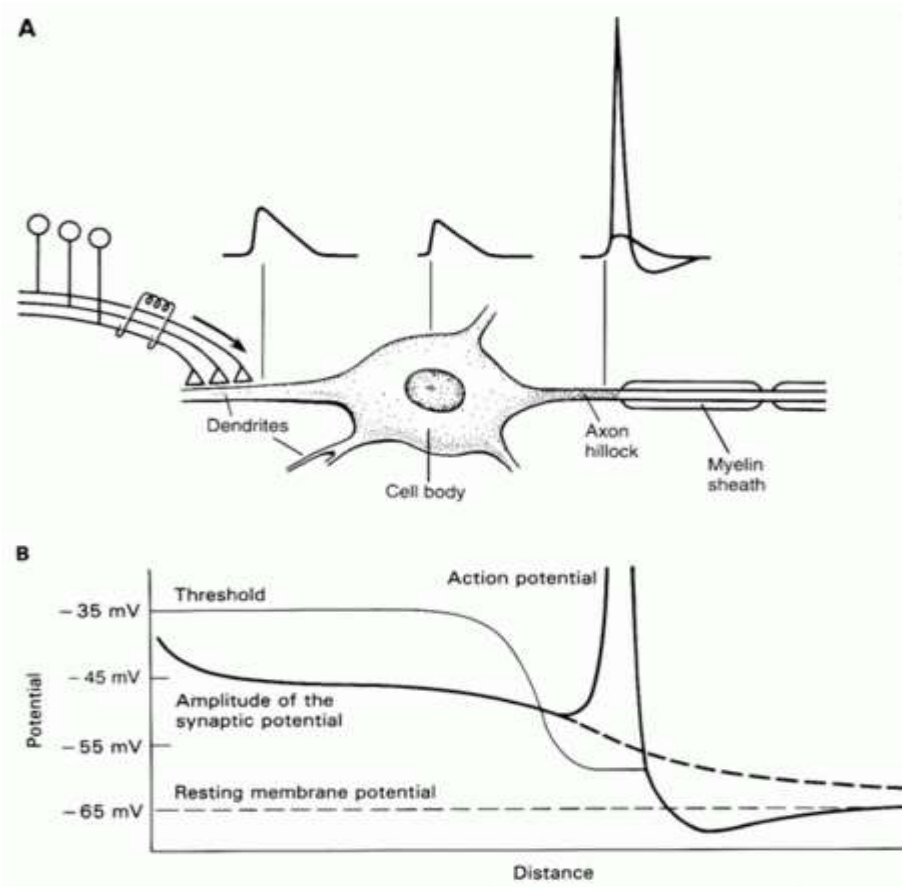
از نظر ریاضی این دیدگاه تحولی براساس قضیه فوریه است. این قضیه بیان می‌کند که هر الگوی زمان - مکان می‌تواند به یک طیف براساس شکل موج‌ها تبدیل شود که دامنه, فرکانس‌ها و روابط بین فازها را کدگذاری می‌کنند. ما می‌توانیم این فرآیند را معکوس کنیم تا الگوی زمان - مکان را از طیف به دست آوریم.

رایج‌ترین روش تبدیل فوریه ،روش تبدیل فوریه سریع است. روش فوریه نیز برای تشخیص فرکانس‌های منحصربفرد و باندهای فرکانسی در میان امواج ثبت‌شده الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تحلیل سیستم‌های خطی با استفاده از کشف بسیار بزرگ توسط یک فیزیکدان فرانسوی به نام بارون جین فوریه در سال ۱۸۲۲, که کاربرد گسترده‌ای در فیزیک و مهندسی دارد صورت می گیرد. همچنین به عنوان مبنایی برای درک شنوایی در کارهای اهم (۱۸۴۳) و هلمهولتز (۱۸۷۷) مورد استفاده قرار گرفته است. کاربرد موفق این روش‌ها در مطالعه فرآیندهای بینایی تنها در دو دهه گذشته رخ داده‌است.

رویکرد فوریه برای ادراک حسی ، پایه و اساس نظریه هولونومیک در عملکرد مغز است . فرآیندهای هولونومیک اخیراً توسط والتر شامپ (۱۹۹۳) برای پردازش تصویر در پرتونگاری PET و تشدید مغناطیسی کارکردی تشدیدی استفاده شده‌است. هولونومی, همانطور که نام آن نشان می‌دهد, با سیستم مختصات کم‌تر که توسط هولوگرافی شرح داده می‌شود, مرتبط است. هولوگرافی کوانتومی از تبدیل فوریه پنجره‌ای استفاده می‌کند که اغلب « موجک » نامیده می‌شود.

گابور (۱۹۴۶) پیشگام این کاربرد در نظریه ارتباطات بوده و شباهت آن با کاربرد آن در توصیف فرآیندهای کوانتومی در فیزیک اتمی را بیان کرده‌است. به همین دلیل گابور واحدهای خود را « کوانتوم اطلاعات » می‌نامد.



شکل ۲ تجزیه یک پتانسیل سیناپسی که توسط یک ورودی در دندریت آغاز می‌شود.

برداشت‌های غلط

چهار تصور غلط رایج در مورد کاربرد نظریه هولونومیک و هولوگرافی وجود دارد که از آن‌ها استفاده می‌شود.

اولین و مهم‌ترین آن‌ها این است که پردازش اطلاعات در شاخه های دندریتی توسط تکانش‌های عصبی انجام می‌شود. بیان این که تکانه ها در دندریت های خاصی اتفاق می افتند یک تصور اشتباهی را به وجود می آورد.

یک نمونه عالی در تحقیقات اریک کندل (۲۰۰۶) ظاهر می‌شود. او در ابتدای کار این انگیزه‌ها را در دندریت هیپوکامپ یافت و به این گونه شرح داد :

« با استفاده از روش‌های قدرتمند زیست‌شناسی سلولی, ما دریافتیم که پتانسیل‌های عمل (تکانش‌های عصبی) در سلول‌های هرمی هیپوکامپ از یک محل درون سلول نشات می‌گیرند. ... شواهد خوبی داشتیم که نشان دهیم پتانسیل‌های عمل در سلول‌های هرمی هیپوکامپ نیز می‌تواند در دندریت شروع شود.»

این کشف مهمی بود. تا آن زمان بیشتر دانشمندان از جمله دومینیک پورپورا و هری گرندفست فکر کردند که دندریت نمی‌توانند هیجان‌زده باشند و به همین دلیل قادر به تولید پتانسیل عمل نیستند.

ویلفرد رال یک نظریه‌پرداز بزرگ و سازنده مدل در NIH, یک مدل ریاضی برای نشان دادن چگونگی عملکرد نورون‌های حرکتی ارائه کرد. این مدل براساس این فرض اساسی است که غشا سلولی دندریت‌ها غیرفعال است، فاقد کانال‌های سدیم دار شده با ولتاژ است و بنابراین نمی‌تواند از پتانسیل عمل پشتیبانی کند.

چالشی را که یافته های کندل به وجود می آورد می توان «تضاد نام ها » نامید .

افرادی که نگران فرایندهایی هستند که در بافت‌های ریزدانه رخ می‌دهند, بیش از حد مستعد تمرکز بر دندریت‌ها هستند.

یافته های کندل بارها و بارها در متون و نتیجه گیری های علوم مغزواعصاب مورد تایید واقع شده

است. دندریت‌ها, که به عنوان استخراج‌کننده به بدن سلول‌های عصبی تعریف می‌شوند, در همه اندازه‌ها وجود دارند. بزرگ‌ترین آن‌ها اعصاب محیطی آوران هستند که وارد ستون فقرات می‌شوند. چنین فیبرهای بزرگی به راحتی از انتشار تکانه های عصبی حمایت می کنند. الیاف با قطر بزرگ در مدارهای عصبی به صورت آوران (دندریت) و وابران (آکسون) وجود دارند . دندریت های هیپوکامپ ، اگرچه به اندازه اعصاب محیطی نیستند اما قطر قابل توجهی دارند ؛ همین واقعیت که کندل و دیگران می توانند از این دندریت های هیپوکامپ ، ثبت درون سلولی انجام دهند گواهی بر این موضوع است. شبکه هایی که در آنها فرآیند هولونومی اتفاق می افتد (در هیپوکامپ و سایر مناطق) از شاخه های بزرگ قبل و بعد سیناپسی تشکیل شده اند. تارهای رشته ای ریز در مغز، در دو انتهای آکسون های شاخه ای و در لبه های دندریت ایجاد می شوند .

تصور گمراه کننده دیگر این است که تغییر شکل فوریه در سطح جهان در کل قشر مغز پخش شده است . این امر منجر به اظهارات گمراه‌کننده مانند "مغز یک هولوگرام است " شده‌است.

فقط یک فرآیند خاص مغزی هولونومیک است ، فرآیندی که در تعاملات انجام شده در شبکه ریز رشته ای اتفاق می افتد . از همان ابتدا در اوایل دهه ۱۹۶۰ وقتی پریبرام این نظریه را ارائه داد ، خاطرنشان کرد که عملکرد گسترش محدود به یک میدان پذیرنده نورون در سیستم حسی قشر مغز است .

با وجود این توصیفات اولیه دقیق, روان پزشکان و سایر محققان در زمینه های علمی ، زمان زیادی صرف کردند تا نشان دهند که تبدیل فوریه جهانی برای توضیح کارکرد حسی کارساز نمی باشد .

الگوهای تداخل

سومین تصور غلط رایج در مورد هولوگرافی و هولونومی این است که این فرایندها با امواج سروکار دارند. امواج در فضا و زمان رخ می‌دهند. تبدیل فوریه با تقاطع بین امواج و الگوهای تداخلی آن‌ها با اختلاف در میان فازهای آن‌ها سر و کار دارد. دامنه‌های این تقاطع‌ها عبارتند از: ضرایب فوریه، اعداد گسسته که برای محاسبه استفاده می‌شوند. این اعداد در محاسبات آماری مفید هستند. محاسبات آماری و طیفی به راحتی قابل تبدیل به یکدیگر هستند: عبارات متوالی در سری فوریه متناظر با "سفارشات" در آمار و در نتیجه می‌تواند به عنوان بردارهای در نمودارها بکار رود.

ساختارهای عمیق و عمیق حافظه

یک تصور غلط رایج که باید با آن برخورد شود این است که تمام حافظه ذخیره‌سازی در حافظه فعال است. این تصور غلط ناشی از کنار هم دادن حافظه ذخیره حافظه برای بازیابی حافظه است. با این حال, به منظور بازیابی, حافظه باید طوری ذخیره شود که بتواند بازیابی شود. به عبارت دیگر, بازیابی به ذخیره‌سازی کد وابسته است. فرآیند بازیابی, کدکننده, در مدار مغز ذخیره می‌شود. بنابراین, ما می‌توانیم یک فروشگاه بزرگ را از یک الگوی سطحی (مانند نامگذاری) مدارات ذخیره‌شده متمایز کنیم. بنابراین, یک فروشگاه دارای ترک عمیق می‌تواند دوباره عضوی از آن باشد

نتیجه‌گیری

فرآیندهای هولوگرافیک و هولونومیکی همانطور که از نام آنها پیداست « کلی نگر » هستند. این ویژگی باعث شده که بسیاری از انسان گرایان و فلاسفه به این مفهوم علاقه مند شوند. دانشمندان و فیلسوفان تقلیل دهنده و ماتریالیست این شکل کل

گرایی را دوست دارند ، زیرا آنها می توانند خصوصیات ظهور یافته را هنگام بررسی دستورات بالاتر تشخیص دهند و می توانند از نظر خصوصیات یا اصطلاحات نظری که روابط آنها را توصیف می کنند ، مرتبه بالاتر را به موارد پایین تر کاهش دهند.

در مقابل ، فرایندهای هولوگرافی و هولوگونیک کاملاً « جامع » هستند. در این حوزه ، مکان و زمان دیگر وجود ندارند و بنابراین « علیت » به معنای « علیت کارآمد » ارسطو نیز وجود ندارد. این رابطه بین علت و معلول به خوبی بحث بسیاری از علوم روز و فلسفه بوده است. با این حال ، علیت جامع تر صوری یا تکوینی ارسطو برای توصیف دستورات پیچیده تری مانند زبان و آنهایی که توسط فرآیندهای هولوگرافیک و هولونومیک مغز تشکیل شده اند ، مناسب تر است. کل گرایی در این شکل مربوط به « مقدس » و « سالم » است . به امید این که دانشمندان ،صحت و سقم فرآیندهای هولونومیک را کاملاً علمی درک کرده و بپذیرند ، این درک به حل و فصل کنونی بین علوم و علوم انسانی و فعالیتهای پیشرفته علوم و عقاید پیشرفته دین کمک خواهد کرد.

منابع

Bullock T.H. (1981) Spikeless neurons: where do we go from here? In B.M.H. Bush & A. Roberts (Eds) Neurons without impulses (pp 269-284) Cambridge University Press

DeValois R. L. and K.K. DeValois (1988) Spatial Vision. Oxford University Press, NY

Fourier J. (1807) Sine and Cosine Series for an Arbitrary Function in Joseph Fourier 1768-1830 Ed. and annotated by I. Grattan-Guinness The MIT Press, Cambridge, MA

Gabor, D. (1946) Theory of communication: Journal of the Institute of Electrical Engineers, 93, 429-441

Gabor, D. (1948) A new microscopic principle: Nature, 161, 777-778

Helmholtz, H. (1954) The Sensations of Tone. Dover, N.Y.

Hubel D.H. (1959) Receptive fields of single neurons in the cat’s striate cortex. Journal of Physiology 148 574-591

Kandel, E.R. (2006) In Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind: W.W. Norton and Co. N.Y.

Kuffler, S.W. (1953) Discharge patterns and functional organization of the mammalian retina. Jl. Neurophysiology 16 37-69

Perkel, D.H., & Perkel, D.J. (1985) Dendritic spines – role of active membrane in modulating synaptic efficacy. Brain Research, 525, 331-335

Prideaux, J (2000) Comparison between Karl Pribram's "Holographic Brain Theory" and more conventional models of neuronal computation. http://www.acsa2000.net/bcngroup/jponkp/

Pribram, K.H. (1971) Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuropsychology: Prentice Hall/Brandon House, N.Y.

Pribram, K.H. (1991) Brain and Perception: Holonomy and Structure in Figural Processing

Pribram, K.H. Min Xie, Bibo Zheng, Michael SantaMaria Shannon Hovis Peijun Shan and Joseph King (2004) Representation of Cortical Unit Response to Texture and Orientation of Tactile Gratings in the Rat: Forma, 19, 3-12.

Rall, W., & Rinzel, J. (1973) Branch input resistance and steady attenuation for input to one branch of a dendritic neuron model. Biophysics Journal, 13, 648-688.

Schempp, W. (1993) Cortical Linking Neural Network Models and Quantum Holographic Neural Technology. In Pribram, K.H. (ed.) Rethinking Neural Networks: Quantum Fields and Biological Data

Shepherd, G.M., Brayton R.K., Miller, J.P., Segey, I., & Rall, W. (1985) Signal enhancement in distal cortical dendrites by means of interactions between active dendritic spines: Proceedings of the National Academy of Science, 82, 2192-2195

John Dowling (2007) Retina. Scholarpedia, 2(12):