

«بسم الله الرحمن الرحيم»

یادگیری و کنترل حرکتی

دکتر نیکروان
عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان

فصل اول:

نظریه‌های کنترل حرکات هماهنگ

حرکات هماهنگ



برای اینکه ما بتوانیم فعالیت‌های مختلف را به صورت صحیح انجام دهیم، بایستی عملکرد عضلات و مفاصل مختلف را هماهنگ کنیم. به عبارتی برای انجام یک حرکت خاص باید مفاصل و عضلات خاص آن حرکت درگیر شوند.

هماهنگی (coordination)



هماهنگی طرحیابی بدن و اندام‌ها در ارتباط با اشیاء و رخدادهای محیطی است.

3



مسئله درجات آزادی

(Degrees of freedom problem)

* مساله درجات آزادی زمانی پیش می‌آید که یک دستگاه پیچیده برای ایجاد نتیجه مشخص نیاز به سازماندهی دارد.
* درجات آزادی هر دستگاه، تعداد عناصر یا اجزای مستقل دستگاه را نشان می‌دهد.

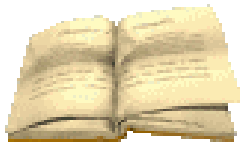
* هماهنگی فرایندی است که از طریق آن برای مهارت یافتن در کاری باید درجات آزادی را به کمترین مقدار تقلیل داد (اسپارو، ۱۹۹۲).

4

دستگاه‌های کنترل حرکتی

- براساس کیل (۱۹۸۶) حرکات برنامه‌ریزی شده یا حلقه باز به حرکاتی اطلاق می‌شود که الف) کنترل توسط دستورهای حرکتی انجام می‌گیرد که قبل از شروع زنجیره حرکتی آماده می‌شوند؛ و ب) زنجیره حرکات بدون تاثیر بازخورد پیرامونی انجام می‌گیرد.
- کنترل بازخوردی یا کنترل حلقه بسته بر پایه اطلاعات دریافتی حرکات استوار است که در آن پاسخ در حال اجرا می‌تواند با مرجع مقایسه شده و به منظور کاهش خطا و رسیدن به هدف تصحیح شود.
- سیستم‌های کنترلی ترکیبی نیز وجود دارند که در آن هر دو کنترل برنامه‌ریزی شده و بازخوردی به کار گرفته می‌شوند.

۵



نظریه‌های کنترل حرکتی

- هدف **نظریه‌های کنترل حرکتی** پیشنهاد قوانین و اصول حاکم بر رفتار حرکتی هماهنگ انسان است.
- بر اساس ساده‌ترین شکل از نظریه‌های کنترل حرکتی حرکات توسط **رفلکس‌ها** کنترل می‌شوند.
- * نظریه‌های کنترل حرکتی بر اساس اهمیت نسبی اطلاعات فراهم شده توسط اجزای مرکزی **دستگاه عصبی مرکزی** و **یا تعامل پویای اطلاعات محیطی و بدن** از یکدیگر تفکیک می‌شوند.

۶

برنامه حرکتی (motor program)

* برنامه حرکتی به شکل ساختاری تعریف شده است که در حافظه قرار دارد و حرکات هماهنگ را کنترل می کند.

* برنامه حرکتی شامل مجموعه‌ای از فرامین عضلانی که قبل از شروع حرکت بدون تاثیر از شرایط محیطی و بازخورد توالی و ترتیب حرکت را مشخص می کنند.

7

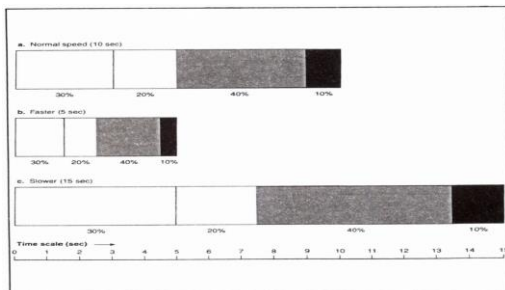
برنامه حرکتی تعمیم یافته

اشمیت پیشنهاد کرد که یک برنامه حرکتی تعمیم یافته، به جای یک حرکت یا دسته‌ای از حرکات خاص یک طبقه از اعمال را کنترل می کند. که هر طبقه با یک سری ویژگی‌های مشترک اما منحصر به فرد تعریف می شود (وجوه جوهری).

8

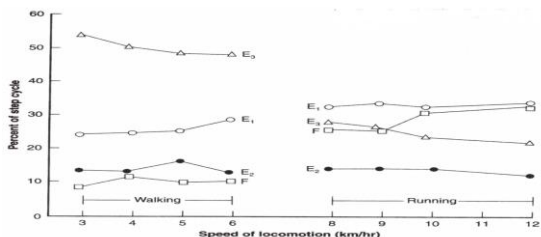
ویژگی های تغییرنا پذیر

- * زمانبندی نسبی اجزای مهارت
- * نیروی نسبی در اجرای مهارت
- * ترتیب و توالی اجزاء



آماره ها

- * زمان کلی
- * نیروی کلی
- ...



نتایج آزمایش های شاپیرو و همکاران از اثر نشان می دهد که زمان بندی نسبی چهار مرحله جرحه گام (مقادیر میانگین) از طریق مقایسه فرمدها در سرعت های مختلف جانمایی تعیین شد.

نظریه طرحواره اشمیت

طرحواره یک قانون یا مجموعه ای از قوانین است که جهت فراهم سازی پایه ای برای یک تصمیم به کار گرفته می شود. طرحواره با جدا کردن قطعات مهم اطلاعات از تجربیات مربوط و ترکیب آنها با یکدیگر به شکل قانون شکل گرفته است .

- برنامه حرکتی تعمیم یافته (حل مشکل انباشتن) سازوکار کنترلی مسئول نظارت و تنظیم ویژگیهای عمومی طبقات است.
- طرحواره پاسخ حرکتی (حل مشکل بدیع بودن) فراهم کردن قوانین ویژه حاکم بر یک عمل در موقعیتی معین.

حمایت از کنترل حرکات بوسیله برنامه حرکتی

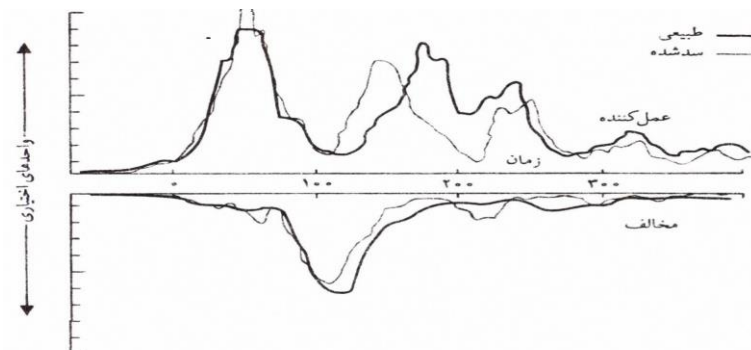
(۱) کنترل دقیق اندام در غیاب بازخورد حسی

(۲) مشکل متوقف کردن حرکت برنامه‌ریزی شده

(۳) آماده‌سازی حرکت قبل از اجرا

11

(۴) الگوی EMG اندامی که به طور غیر منتظره حرکت آن سد شود تا ۱۰۰ هزارم ثانیه مشابه حرکت طبیعی است.



عضله عمل کننده (سه‌سر بازو) و عضله مخالف (دوسر بازو) در یک منحنی الکترومیوگرام در حرکت باز شدن سریع مفصل آرنج. خطوط باریکتر مربوط به موقعی است که حرکت در آغاز به‌طور مکانیکی سد شده است (برگرفته شده از وادمن و مول، ۱۹۷۹).

12

نظریه نظام‌های پویا

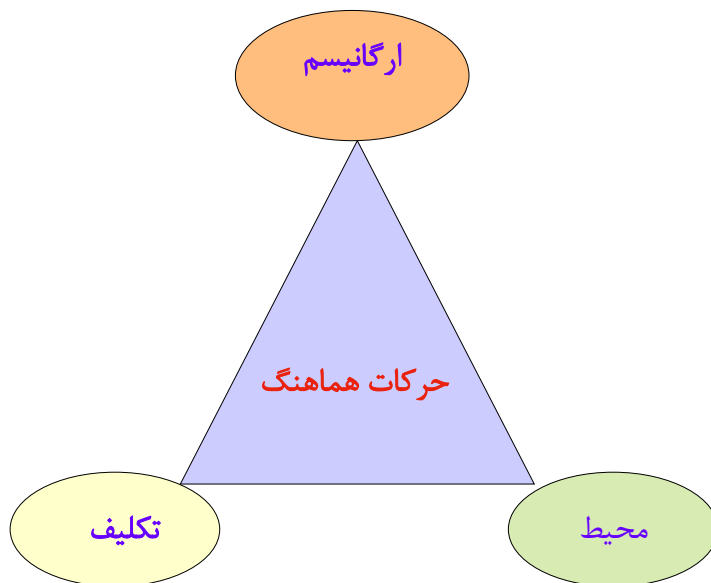


این دیدگاه مقابل نظریه کنترل حرکت بر اساس برنامه حرکتی است.

کنترل حرکتی انسان همانند یک نظام پیچیده باید از زوایه دینامیک غیر خطی ملاحظه شود. یعنی تغییرات رفتاری طی زمان از یک پیشروی خطی پیروی نمی‌کنند.

یک دستگاه در طی زمان و در نتیجه تأثیر یک متغیر خاص از یک وضعیت باثبات به وضعیت باثبات دیگری تغییر می‌کند.

13



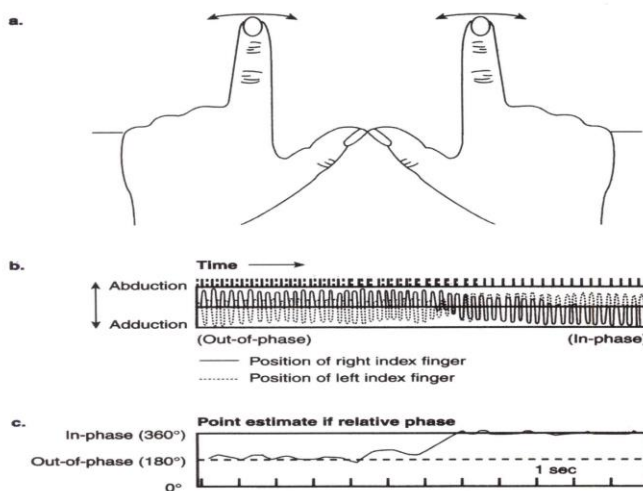
14

تغییرات غیرخطی در رفتار انسان



آزمایش‌های کلسو و شولز (۱۹۸۴) این مساله را به خوبی اثبات می‌کند. در این آزمایش انتقال بین وضعیت باثبات برون مرحله و هم مرحله غیر ارادی و منطبق با یک سرعت بحرانی بود. در سرعت‌های کمتر فقط حرکات برون مرحله و در سرعت‌های بیشتر فقط حرکات هم‌مرحله رخ داد. نتیجه اینکه با افزایش خطی سرعت حرکت، تغییر غیرخطی در انواع حرکت بوجود می‌آید.

15



شکل ۵-۳. (a) مرقعیت دست و انگشت را برای اجرای تکلیف حرکتی انگشت که در آزمایش‌های کلسو استفاده شد، نشان می‌دهد. (b) و (c) وضعیت حرکت سرانگشت را به‌عنوان تابعی از زمان، هنگام افزایش تکرار حرکت نشان می‌دهند. (b) وضعیت‌های سر هر دو انگشت اشاره را هنگام تغییر از برون‌مرحله بودن به هم‌مرحله بودن نشان می‌دهد. (c) ارتباط حداکثر باز شدن انگشت اشاره چپ و حداکثر باز شدن انگشت راست را به روش متفاوتی نسبت به تصویر مرحله انتقال در b نشان می‌دهد.

16

ثبات و جاذبها

ثبات به حالت پایای رفتار در یک نظام اشاره دارد و با مفهوم تغییرناپذیری تفاوت دارد، ثبات تغییرپذیری را نیز در بر می‌گیرد بدین معنی که وقتی در یک نظام اندکی آشفتگی و اختلال بوجود آید خود به خود آن نظام به یک وضعیت باثبات باز می‌گردد. جاذبها وضعیت‌های رفتاری ترجیحی و مورد تمایل هستند. وقتی نظامی بر اثر افزایش مداوم یک آماره کنترل به شدت دچار آشفتگی شود، وضعیت جاذب تا نقطه‌ای ضعیف می‌شود که یک وضعیت جذب‌کننده جدید رفتار شکل می‌گیرد.



17

متغیرهای مشترک

متغیرهای مشترک متغیرهای مسئول و مرتبط با هماهنگی هستند. این متغیرها الگوی هماهنگ حرکت را که می‌تواند مجدداً تولید شده و از الگوهای دیگر تشخیص داده شوند را بوجود می‌آورند.

آماره‌های کنترل

این آماره‌ها آزادانه و بدون محدودیت مطابق با ویژگی‌های خاص یک موقعیت تغییر می‌کنند که شامل متغیرهایی مانند: سرعت و نیرو هستند. محققین برای تعیین اصول هماهنگی آماره‌های کنترل را به طور منظم تغییر می‌دهند و سپس متغیر مشترک را مشاهده می‌کنند تا تغییر در ثبات را مشخص نمایند.

18

اصول اساسی سیستم پویا

۱) خودسازمانی (Self-organization): وقتی شرایط معینی مشخصه یک موقعیت باشد الگوی پایدار بخصوصی از رفتار شکل می‌گیرد.

۲) ساختار هماهنگ (coordinative structure): عمل ماهرانه زمانی انجام می‌شود که دستگاه عصبی عملاً همکاری عضلات و مفاصل ویژه را به انجام دادن عملی مشترک محدود نماید تا فرد بتواند عمل را متناسب با ملزومات موقعیت انجام دهد.

۳) ادراک و جفت شدن اعمال: برای تولید الگوی حرکتی مناسب و دستیابی به هدف در شرایط محیطی مختلف، متغیرهای ادراکی و حرکتی با هم تعامل می‌یابند.

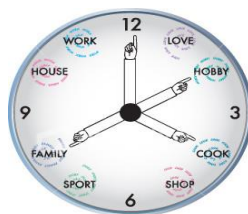
19

مدارک حمایتی از سیستم‌های پویا

* با وجود ساختار هماهنگ نیازی به MP و GMP نیست.

* تغییرات آماره‌های کنترلی مثل سرعت، سبب انتقال و هماهنگی می‌شود.

* برخی از ویژگی‌های عمل را نمی‌توان با برنامه حرکتی توضیح داد.



20

مدارک تجربی موید پیش‌بینی‌های نظام‌های پویا



آزمایش مهمی که بیک و تروی (۱۹۹۲) انجام دادند نشان می‌دهد که زمان نسبی در عملکرد تردستی با توپ از پیش‌بینی‌های سیستم‌های پویا پیروی می‌نماید اما از نظریه برنامه حرکتی تعمیم‌یافته خیر. در این آزمایش وقتی با سه توپ و سه سرعت مختلف تکلیف انجام شد زمان‌بندی نسبی تغییر کرد، اما هنگامی که با پنج توپ و سه سرعت مختلف تکلیف انجام شد زمان‌بندی نسبی ثابت ماند.