

MODUL

3

INDERA DAN PENAMPILAN MOTORIK

Pendahuluan

Orang yang terampil nampaknya dapat menerima dan memproses sejumlah besar informasi secara cepat dan akurat serta membuat penyesuaian yang efektif di mana diperlukan. Bagaimanakah pandangan yang selintas pada benda yang datang dengan cepat dapat mendorong seorang atlet mengambil keputusan yang tepat? Bagaimana sebuah bola yang sedemikian cepat dilempar lawan, misalnya, dapat diketahui kapan dan ke arah mana datangnya? Bagaimanakah atlet tersebut memproses seluruh informasi sedemikian cepat untuk keperluan pengambilan keputusan dalam penghasilan gerakan yang terampil?

Dalam kegiatan belajar 1 modul ini kita akan memfokuskan diri untuk membahas beberapa proses yang menyebabkan seorang atlet mampu mendeteksi pola-pola informasi dalam lingkungan dan kemudian menggunakan informasi tersebut untuk menentukan aksi berikutnya. Lebih khusus lagi, kita akan mendiskusikan bagaimana manusia menggunakan informasi sensoris untuk merencanakan aksi mereka, mengoreksi kesalahan gerakannya, dan mengatur penampilannya. Untuk kepentingan tersebut, pertama-tama, kita akan membahas cara-cara di mana sistem syaraf-otot menggunakan informasi sensoris secara umum, dan kemudian menyajikan prinsip-prinsip kendali visual dari gerakan. Akhirnya, kita menampilkan sumbangan sensoris ini pada model konseptual dari penampilan terampil manusia.

Sedangkan dalam kegiatan belajar 2, kita akan menguji gagasan tentang pengendalian loop terbuka dan memperkenalkan konsep tentang program gerak (motor program), yaitu suatu struktur yang bisa jadi bertanggung jawab terhadap pengendalian aksi gerak yang cepat.

Dengan demikian, setelah mempelajari modul 3 ini, diharapkan mahasiswa

dapat :

- a. Memahami konsep sumber-sumber informasi inderawi
- b. Menjelaskan tentang sumbangan dan keterbatasan dari sistem pengendalian Loop Tertutup,
- c. Menjelaskan tentang peranan khusus indera visual dalam penghasilan gerak
- d. Menjelaskan konsep dari pengendalian sistem Loop Terbuka
- e. Menjelaskan tentang konsep motor program dan karakteristiknya.

Agar penguasaan Anda terhadap materi modul ini cukup komprehensif, disarankan agar Anda dapat mengikuti petunjuk belajar di bawah ini:

- 1) Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan modul ini sampai Anda memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari modul ini.
- 2) Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata-kata kunci atau konsep yang Anda anggap penting. Tandai kata-kata atau konsep tersebut, dan pahami dengan baik dengan cara membacanya berulang-ulang, sampai dipahami maknanya.
- 3) Pelajari setiap kegiatan belajar sebaik-baiknya. Jika perlu baca berulang-ulang sampai Anda menguasai betul, terutama yang berkaitan dengan konsep tentang keterampilan dan klasifikasi keterampilan serta domain psikomotorik.
- 4) Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam, bertukar pikiranlah dengan sesama teman mahasiswa, guru, atau dengan tutor anda.
- 5) Coba juga mengerjakan latihan atau tugas, termasuk menjawab tes formatif yang disediakan. Ketika anda menjawab tes formatif, strateginya adalah menjawab dulu semua soal sebelum anda mengecek kunci jawaban. Ketika mengetahui jawaban Anda masih salah pada persoalan tertentu, bacalah lagi seluruh naskah atau konsep yang berkaitan, sehingga Anda menguasainya dengan baik. Jangan hanya bersandar pada kunci jawaban saja.

Selamat mencoba, semoga sukses.

Kegiatan Belajar 1

Sumbangan Indera terhadap Keterampilan

Indera manusia merupakan faktor penting dalam pembuatan gerak yang berorientasi pada keterampilan, baik untuk keterampilan-keterampilan sederhana maupun keterampilan tingkat tinggi. Fungsi dari indera tentu saja terutama berhubungan dengan sumbangannya terhadap keberhasilan gerak, sebab gerak sendiri merupakan hasil dari proses pengolahan informasi yang dicerap oleh indera manusia.

Keberhasilan dalam keterampilan-keterampilan tingkat tinggi bergantung pada bagaimana pelaku mampu mendeteksi, menerima, serta memanfaatkan informasi yang bersifat indrawi. Buktinya, seringkali pemenang dari suatu lomba adalah orang atau tim yang memang telah mendeteksi kemampuan lawan, pola permainan lawan, serta kesiapan lawan. Demikian juga untuk olahraga-olahraga seperti senam dan lompat indah, mereka yang memenangkan kejuaraan dalam cabang ini adalah mereka yang mampu menguasai gerakan tubuhnya setepat mungkin secara lebih baik. Sedangkan dalam cabang olahraga yang memerlukan kecepatan dan ketepatan, latihan yang dilakukan benar-benar harus diarahkan pada peningkatan kemampuan untuk mendeteksi serta memproses informasi indrawi.

A. Sumber-Sumber Informasi Indrawi

Informasi untuk keterampilan timbul dari beberapa sumber dasar, walaupun bagian terbesar dari informasi tersebut datang dari lingkungan. Untuk itu marilah kita bagi sumber-sumber tersebut menjadi dua bagian umum.

1. Informasi Exteroceptive

Kata awal *extero* berarti bahwa informasi yang diterima bersumber dari luar tubuh. Informasi yang paling umum dalam exteroceptive adalah yang berhubungan dengan mata (*vision*). *Vision* memberikan informasi tentang gerakan obyek-obyek dalam lingkungan, seperti jalur layangan bola, juga kecepatannya. Fungsi lain dari *vision* adalah mendeteksi gerakan sendiri

dalam lingkungan, seperti jalur kita ke arah suatu benda atau target dan berapa waktu kira-kira akan kita akan tiba. Dalam konteks ini, vision memberikan dasar bagi antisipasi tentang sebuah kejadian yang akan datang. Fungsi lain dari vision adalah membantu kita dalam mendeteksi aspek spatial dan temporal dari gerakan kita sendiri di dalam lingkungan, seperti ayunan bat, melangkah dan naik ke dalam kereta, melompati pagar dan lain-lain.

Informasi exteroceptive umum yang kedua adalah datang dari pendengaran atau *audition*. Meskipun keterlibatannya dalam keterampilan tidak sejelas vision, banyak kegiatan yang tergantung pada keterampilan auditory yang berkembang secara baik, seperti menggunakan suara anjungan dari kapal layar yang bergerak di air untuk memperkirakan kecepatan kapal. Audisi juga merupakan sumber penting dari informasi sensorik untuk orang-orang yang memiliki keterbatasan fungsi visual.

2. Informasi Proprioceptive atau Kinestetik

Sumber informasi yang kedua adalah yang datang dari gerakan tubuh sendiri, itulah yang disebut *proprioceptive*. Kata awal *proprio* mengindikasikan informasi dari dalam tubuh, seperti posisi persendian, daya dalam otot-otot, orientasi dalam ruang (misalnya apakah terbalik atau tidak) dll. Istilah proprioceptive ini sering juga disebut dengan istilah *kinesthesia*. Awalan *kines* berarti gerakan, dan *thesis* berarti "rasa." Jadi istilah ini menunjuk pada rasa gerakan dari persendian, tegangan otot-otot, dsb., yang memberikan data tentang aksi kita sendiri. Sumber informasi sensoris terutama penting dalam olahraga seperti senam, lompat indah, dsb.

Beberapa receptor penting menyediakan sistem neuromuskuler dengan informasi kinestetis. *Vestibular apparatus* dalam telinga bagian dalam telinga mendeteksi gerakan kepala dan sangat sensitif terhadap gravitasi. Tidak mengherankan, informasi yang yang disediakan oleh struktur receptor ini penting untuk postur dan keseimbangan.

Reseptor lain menyediakan informasi tentang anggota tubuh. Reseptor ini terletak dalam persendian dan di sekitar kapsul sendi (dinamakan *joint*

receptors) yang memberi tanda tentang posisi-posisi sendi, terutama pada jarak gerak sendi yang ekstrem. Kemudian di dalam pusat otot rangka, terdapat juga reseptor yang disebut kumparan otot (*muscle spindles*), dinamai demikian karena berbentuk kumparan, yang meregang jika otot berkonstraksi dan memberikan informasi tentang jarak kontraksi di samping perubahan posisi persendian. Lalu di dekat persimpangan antara otot dan tendon terdapat juga reseptor yang diketahui sebagai *Golgi-tendon organs*, yang memberi tanda tentang tingkat daya dalam bagian yang bermacam-macam dalam otot. Terakhir, dalam banyak wilayah kulit juga ditemukan *Cutaneous receptors*, termasuk beberapa macam detektor khusus untuk mengetahui tekanan, suhu, sentuhan, dll. Reseptor ini terutama bertanggung jawab untuk memberikan informasi sentuhan.

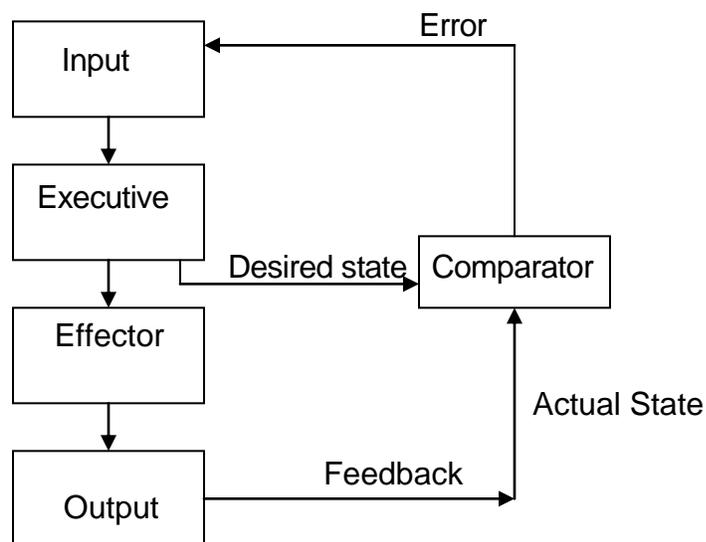
Masing-masing reseptor ini memberikan lebih dari satu jenis informasi sensoris. Misalnya, *muscle spindle*, memberikan informasi tentang posisi sendi, kecepatan otot, tegangan otot, dan orientasi anggota tubuh dalam hubungannya dengan gaya tarik bumi. Karenanya, tidak seperti vision dan audision, yang menyajikan rasa khusus, kinestetis mencakup kombinasi input yang kompleks dari berbagai reseptor yang harus dipadukan oleh sistem syaraf pusat.

B. Sistem Pengontrolan Loop Tertutup

Suatu cara yang penting untuk menggambarkan bagaimana informasi dari indera berfungsi dalam perilaku gerak adalah dengan menyamakannya dengan sistem kontrol loop tertutup. Loop diartikan sebagai cekungan atau putaran. Dengan demikian, dengan sistem pengontrol loop tertutup diartikan sebagai suatu sistem yang tidak terputus, tetapi melingkar lagi ke awal. Ini digambarkan seperti suatu sistem pengatur ruangan yang dilengkapi dengan alat pengontrolnya. Pengatur suhu akan mengembalikan suhu udara ke suhu yang diinginkan jika alat pengontrolnya mendeteksi bahwa suhu tersebut tidak lagi dalam kondisi yang diinginkan. Proses tersebut terus berjalan demikian, kecuali kalau alat pengontrolnya rusak. Dalam kaitan itu, pengontrol tersebut

selalu memberikan feedback (umpan balik) kepada alat pengatur, sehingga membentuk mekanisme yang mengatur sistem pengontrolan itu. Mekanisme demikian di sebagian teori disebut juga teori *cybernetic*.

Proses demikian bekerja juga dalam penampilan gerak manusia, ambil misal dalam menangkap bola. Informasi visual tentang tangan yang bergerak ke arah bola memberikan *feedback*. Perbedaan antara arah tangan dan arah yang diinginkan dianggap sebagai kesalahan. Karena pengontrol menemukan kesalahan tersebut maka segera dikirim informasi ke pelaksana gerak dalam bentuk *feedback*, sehingga selanjutnya kesalahan tersebut akan diperbaiki pada gerakan berikutnya. Hal itu dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1
Sistem Pengontrolan Loop Tertutup

Sistem semacam ini disebut sistem loop tertutup (closed loop) sebab output atau aksinya ditentukan oleh eksekutif, dilaksanakan oleh effektor, dan kemudian dikembalikan ke komparator dalam bentuk informasi sensoris atau umpan balik (feedback). Feedback loop ini memberikan sistem dengan informasi yang penting untuk memelihara kondisi yang diinginkan.

Manusia menggunakan proses pengontrolan closed-loop untuk jenis

penampilan manusia tertentu seperti mengendarai mobil. Supir akan menggunakan informasi visual tentang posisi mobil di jalan untuk memperoleh umpan balik tentang perbedaan antara posisi aktual mobil dan posisi yang diinginkan. Jika perbedaan tersebut terjadi, pengemudi dapat merasakannya sebagai suatu kesalahan. Jika sebuah koreksi diperlukan, pengemudi menentukan gerakan tangan dan lengan yang diperlukan untuk membawa kendaraan ke posisi yang diharapkan. Sistem syaraf mengirimkan komando ke otot-otot untuk melaksanakan gerakan tersebut, dan otot-otot melakukan tugas tersebut sampai kendaraan sekali lagi berada dalam posisi yang diharapkan.

Sebagaimana dapat dilihat dalam contoh ini, umpan balik yang digunakan pengemudi untuk memelihara tujuan yang diinginkan datang dari informasi sensoris yang bersifat eksteroseptive (misalnya, jalur jalan dan posisi mobil) dan proprioceptive/kinesthetic (misalnya, merasakan jalannya mobil dan gerakan tangan serta lengan). Setiap informasi dibandingkan dengan kondisi yang diinginkan dan banyak kesalahan disalurkan ke level executive untuk pengoreksian. Ketika sistem tersebut tiba pada keputusan, sistem tersebut menyalurkan aksi yang direncanakan tersebut kepada efektor untuk pelaksanaan gerak.

Pengontrolan Closed-Loop dalam Model Konseptual

Dalam modul sebelumnya, telah diperkenalkan model konseptual dari penampilan manusia yang menggambarkan bagaimana individu memproses informasi dalam tiga tahapan; yaitu *pengenalan stimulus*, *pemilihan respons*, dan *pemrograman respons*. Dalam modul ini kita mencoba memperluas model tersebut dengan menambah mekanisme pengendalian closed-loop seperti terlihat dalam gambar 3.2. Model ini diharapkan dapat membantu kita untuk memahami proses yang terlibat dalam mengendalikan gerakan yang relatif lambat dan proses yang terlibat dalam pengontrolan gerak yang relatif cepat.. Untuk gerakan lambat, penampil dapat membuat kompensasi selama aksi tersebut, sedangkan untuk gerakan yang lebih cepat, proses tersebut harus menunggu sampai setelah gerakannya diselesaikan untuk memperbaiki

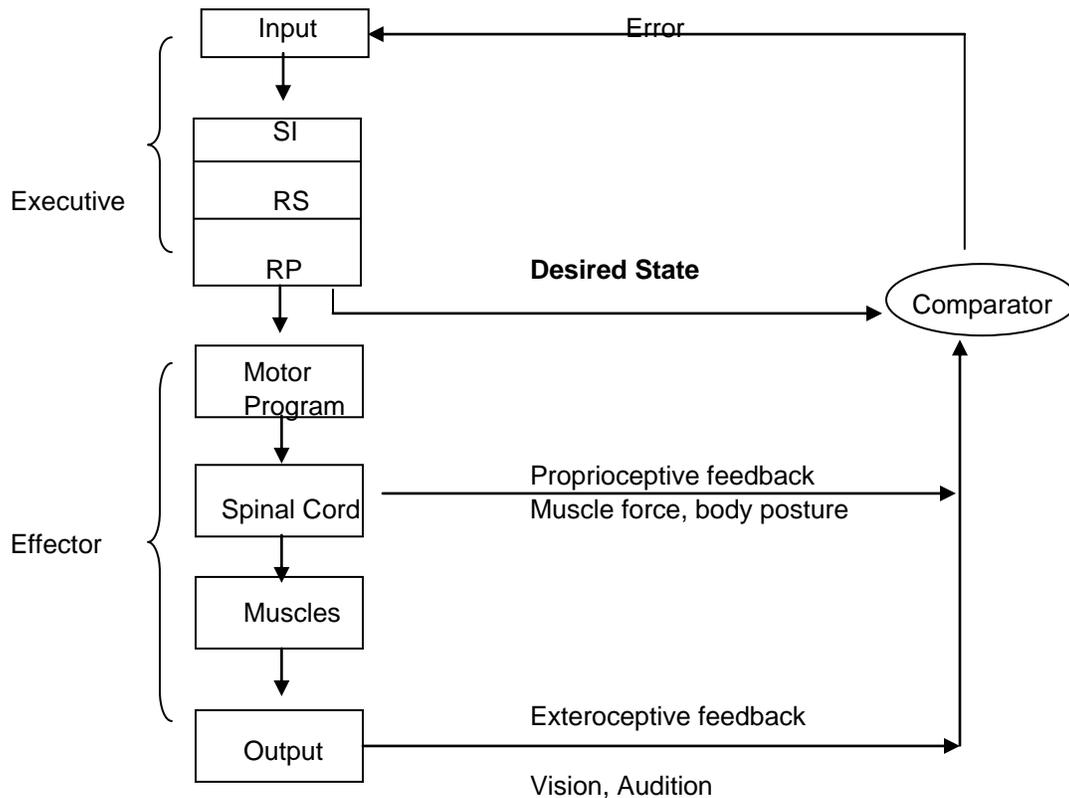
kesalahannya.

Komponen sistem pengontrolan closed-loop diberi penekanan dalam gambar 3.2. Ketika input gerak datang, input tersebut diproses, dan kondisi yang diinginkan menjadi dasar bagi penetapan kualitas sensorik (misalnya, pandangan, suara, dan perasaan) yang diperlukan bagi gerakan yang dipilih. Kondisi yang diinginkan mewakili umpan balik yang harus diperoleh individu untuk menampilkan gerakan secara benar dan berhasil dalam mencapai tujuan lingkungan. Kondisi tersebut kemudian diolah dalam komparator. Perintah untuk mencapai kondisi tujuan yang diinginkan dikirim dari eksekutif kepada mekanisme effektor yang terdiri dari beberapa komponen. Pertama, adalah *motor program*, yang menghasilkan perintah gerakan. Perintah ini direlay ke pusat yang lebih rendah dalam sistem syaraf yang terletak pada spinal cord. Hasilnya adalah sebuah kontraksi otot dan gerakan persendian. Umpan balik yang timbul dari gerakan ini (misalnya, pukulan golf) dibandingkan (dalam komparator) dengan umpan balik sensorik yang diharapkan dari kondisi yang diharapkan. Setiap perbedaan antara umpan balik sensorik yang diharapkan dengan umpan balik yang sebenarnya dianggap sebagai sebuah kesalahan gerak. Ketika hal itu terjadi, pesan kesalahan disalurkan dari komparator ke eksekutif.

Ketika kita bergerak, berbagai bentuk informasi umpan balik *proprioceptive* dan *exteroceptive* juga timbul. Umpan balik *proprioceptive* berasal dari daya yang diciptakan dalam otot-otot yang berkontraksi, dari tekanan yang dikeluarkan oleh objek ketika kontak dengan kulit, dan dari persendian yang memberikan tanda perubahan dalam posisi tubuh. Informasi *exteroceptive* berasal dari lingkungan dan dirasakan oleh reseptor visual, audition, dan kadang-kadang bahkan dari hidung (bau), yang juga menghasilkan umpan balik (seperti, jalur layangan bola, suara gada yang berkontak dengan bola, dan bau rumput serta tanah yang tergalai oleh pukulan).

Seperti terlihat pada gambar 3.2, tahapan pengolahan informasi merupakan kondisi penting dari pengendalian loop-tertutup. Setiap kali sebuah sinyal kesalahan masuk ke executive untuk pengoreksian, sinyal itu harus melalui

tahapan, dan pemrosesan terkontrol ini memerlukan perhatian dan waktu. Untungnya, pengontrolan loop tertutup bukanlah satu-satunya umpan balik yang digunakan untuk mengatur gerakannya, karena terdapat pula berbagai loop refleks tingkat lebih rendah, yang turut menyumbang pada pengaturan gerakan.



Gambar 3.2
Model Pengendalian gerak sistem Loop Tertutup

Model loop tertutup yang digambarkan pada gambar 3.2 amat berguna untuk memahami bagaimana sistem syaraf menjaga kondisi tertentu dari perilaku gerak manusia. Sebagai contoh, aksi sederhana ketika menjaga tubuh dalam posisi berdiri merupakan perilaku alamiah yang memerlukan beberapa bentuk pengendalian loop tertutup yang terus menerus. Kontrol loop tertutup juga digunakan untuk berbagai posisi tubuh yang dipelajari, seperti yang dimanfaatkan oleh pesenam trampil ketika melakukan handstand pada gelang-gelang. Kebanyakan keterampilan gerak melibatkan penggunaan berbagai anggota tubuh yang memerlukan postur tubuh yang akurat dan stabil sebagai landasan. Tanpa dasar ini, atlet tidak akan mampu

menampilkan gerakan seperti melempar *darts* atau melempar tali pancing. Dalam jenis tugas seperti itu, komparator menilai secara berlanjut kesamaan atau ketidaksamaan antara umpan balik yang diharapkan dari posisi anggota tubuh yang benar dan orientasi tubuh yang sebenarnya, atau lajim disebut umpan balik yang dihasilkan gerakan (*movement-produced feedback*) dari posisi anggota tubuh sebenarnya serta orientasi tubuh. Ketika kesalahan ditemukan, mereka disalurkan ke eksekutif untuk pengkoreksian setepatnya.

Keterbatasan Sistem Loop Tertutup

Model konseptual yang diperlihatkan pada gambar 3.2 berisi sistem pengendalian tertutup yang melibatkan tiga tahapan pengolahan informasi. Memasukkan tahapan tersebut ke dalam sistem merupakan keuntungan, karena pengolahan informasi memberikan kelenturan dalam pengontrolan gerakan dan memungkinkan berbagai pilihan dan strategi gerak, tergantung pada rangkaian tugas dan kondisi lingkungan tertentu. Sedangkan kelemahannya yang terutama adalah proses pengendaliannya yang amat lamban, terutama dalam tahapan pemrograman respons.

Perilaku Pelacakan Cepat

Salah satu generalisasi penting yang harus diingat dari Modul 8 adalah bahwa tahapan pengolahan informasi, khususnya pemilihan respons dan pemrograman respons, memerlukan perhatian dan waktu yang cukup besar. Oleh karena itu, sistem loop tertutup yang memasukkan tahapan ini beroperasi secara lamban pula. Ingatlah bahwa tahapan pengolahan tersebut merupakan komponen kritis dari situasi waktu reaksi, di mana sebuah stimulus atau input mengharuskan adanya kegiatan pengolahan untuk bisa menghasilkan sebuah respons. Dalam model loop tertutup, sebuah sinyal kesalahan diperlakukan sebagai sebuah input atau stimulus, yaitu diproses dalam level eksekutif agar menghasilkan sebuah respons. Studi yang dilakukan menunjukkan bahwa penampilan melacak kesalahan berlangsung sangat lamban, hanya tiga perilaku pengoreksian bisa dilakukan per detik.

Dalam model konseptual dari loop tertutup, koreksi kesalahan terjadi beberapa ratus milidetik setelah sebuah kesalahan terjadi. Kesalahan tersebut diolah dalam tahap pengenalan rangsang, kemudian gerakan perbaikan dipilih dalam tahap pemilihan respons, dan modifikasi terhadap gerakan diatur dan diawali dalam tahap pemrograman respons. Ketika perbaikan dimulai, gerakan tersebut berlanjut dalam bentuk sebenarnya hingga segmen berikut dari informasi kesalahan gerak diproses kembali. Jenis pengontrolan ini sebanding dengan sejumlah dua atau tiga perubahan gerakan pada satu detik. Jika perbaikan harus dilakukan dengan lebih cepat lagi, maka hal itu akan mengorbankan kualitas gerakan yang dilakukan. Ini menjelaskan mengapa pemain baseball atau softball suka mendapat kesulitan untuk menangkap bola yang menggelinding di permukaan tanah yang tidak rata, karena perubahan gerakan bola terjadi begitu cepat, menyebabkan penangkap tidak punya waktu yang cukup untuk melakukan perbaikan dalam gerakannya.

Tugas Diskrit yang Singkat

Pandangan umum tentang pengendalian **loop tertutup** ini juga kurang mencukupi untuk menjelaskan penampilan gerak yang berdurasi singkat, misalnya memukul, melempar, menendang, dan memukul dengan alat seperti raket atau bat). Ambil misal tugas memukul bola yang dilempar pada softball atau baseball. Pada saat menampilkan tugas ini, pemukul pertama-tama harus menilai situasi lingkungan, terutama jalur dan kecepatan bola yang dilempar. Kemudian ia harus memilih gerakan yang memenuhi tujuannya. Menggunakan tahapan pengolahan, kemudian sistem tersebut memilih program dan mengaturnya untuk memulai. Ketika program diaktifkan, proses pelaksanaan respons berlangsung benar-benar seperti direncanakan. Sepanjang lingkungan (misalnya, pola lambungan bola dan kecepatan lemparan) bertahan tetap seperti ketika gerakan diprogramkan, gerakan pukulan tentunya bisa efektif untuk mencapai tujuan, yaitu memukul bola sekeras-kerasnya ke luar lapangan.

Tetapi, bagaimana jika lingkungan berubah tiba-tiba? Misalnya, bagaimana jika bola yang mendekat tiba-tiba melambung ke atas atau membelok ke samping

tanpa diduga? Tentu, si pemukul harus mengubah jalur pukulannya atau menghentikannya sama sekali. Dengan melihat model konseptual yang digambarkan dalam gambar 3.2, kita dapat menduga bahwa perubahan pukulan tidak mungkin bisa terlaksana, karena sementara si pemukul memproses informasi baru tentang perubahan bola yang tiba-tiba, pada saat yang sama pukulan yang sudah dimulai sudah berlangsung lengkap.

Artinya, seperti sudah dikatakan di awal, sistem loop tertutup benar-benar terlalu lamban untuk memungkinkan terjadinya perbaikan pada gerakan cepat yang sudah selesai diprogram dan dilaksanakan. Sehingga dapat dikatakan bahwa banyak ilmuwan yang akhirnya menganggap bahwa dalam gerakan cepat, gerakan tersebut berlangsung dalam model *all-or-none fashion*; yaitu “terjadi sepenuhnya, atau tidak sama sekali”; persis seperti terjadinya letusan peluru dari senapan. Sekali meletus dan peluru lepas dari moncong senapan, tidak ada kemungkinan sama sekali untuk mengubahnya lagi. Para ahli berpendapat bahwa di dalam sistem gerak manusia, terdapat suatu sinyal internal yang memberi perintah. Sinyal ini, menurut para ahli terletak dan terjadi dalam tahapan pemrograman respons.

C. Prinsip-Prinsip Kontrol Visual

Seperti telah diuraikan pada bagian terdahulu, bahwa panca indera banyak mengambil peranan dalam berlangsungnya motor control, dan dalam prakteknya sering dianggap beroperasi sama dalam menghasilkan penampilan yang terampil. Tetapi penelusuran lebih lanjut mengindikasikan bahwa fungsi vision ternyata berbeda. *Pertama*, vision mempunyai peran yang penting untuk kegiatan sehari-hari, dan orang yang dihilangkan kemampuan visionya akan mendapat kesulitan untuk berfungsi normal dalam dunia yang didominasi oleh fungsi visual ini. *Kedua*, vision nampaknya bekerja secara berbeda dari indera lain dalam mendukung keterampilan. Karena itulah, vision pantas ditempatkan secara spesial.

1. Dua Sistem Visual dalam Kontrol Gerak.

Sejak sekitar 20 tahun belakangan ini, semakin jelas bahwa dua fungsi yang berbeda dari visual mendasari sistem visual manusia. Informasi visual

dikirimkan dari retina mata melalui dua jalur yang berbeda ke dua tempat yang berbeda pula dalam otak, dan terdapat cukup bukti bahwa dua jalur informasi yang berbeda ini digunakan secara berbeda pula dalam mengontrol perilaku. Kedua sistem itu adalah:

- Focal System, dikhususkan untuk mengidentifikasi obyek.
- Ambient system, dikhususkan untuk mengontrol gerak.

a. Focal Vision

Focal vision adalah sistem visual yang telah kita ketahui bersama secara umum dari pengalaman pribadi kita. Sistem ini dikhususkan untuk mengidentifikasi secara sadar obyek-obyek yang terletak pada pusat wilayah penglihatan. Fungsi umumnya adalah memberikan jawaban pada pertanyaan umum "Apakah itu?" Karenanya kita menggunakan sistem ini untuk melihat dan mengidentifikasi sesuatu, seperti kata-kata dalam halaman ini, benda, dlsb. Sistem ini menyumbang pada persepsi yang sadar dari obyek-obyek yang difokus oleh mata kita, yang mengarahkan kita pada identifikasi atau pada aksi. Kemampuan dari sistem ini akan menurun jika cahaya yang menjadi penunjang utamanya berkurang dalam kadar yang mengganggu.

b. Ambient Vision

Ambient vision biasanya tidak dikenali secara umum dalam hal keberجاannya, dan ini dikhususkan untuk mengontrol gerak. Berbeda dari focal vision, yang sensitif hanya pada kejadian-kejadian dalam pusat visual, ambient vision melibatkan seluruh wilayah visual, pusat dan perifer. Ambient vision bekerja secara tidak disadari, yang menyumbang pada pengontrolan halus dari gerakan tanpa disadari.

Salah satu alasan sulitnya mengenal keberadaan ambient vision adalah bahwa hal itu berjalan tanpa disadari. Namun demikian, terdapat bukti yang baik bahwa sistem itu berlangsung untuk mengontrol gerakan. Dan sistem ini tidak serta merta menurun kemampuannya ketika cahaya dikurangi atau

bahkan dihilangkan sama sekali. Ini jelas pada saat kita mencoba berjalan dalam berbagai medan lapangan dalam keadaan remang-remang; ternyata kita tidak mendapat kesulitan untuk mencari jalan, padahal cahaya tersebut masih terlalu gelap, misalnya, untuk membaca. Dengan demikian, ambient sistem berfungsi untuk mendeteksi gerak dan posisi dari elemen-elemen dalam lingkungan, dan memberikan informasi tentang gerakan-gerakan kita dihubungkan dengan lingkungan. Jadi, fungsinya adalah untuk memberikan jawaban terhadap pertanyaan "dimanakah ini?" dan barangkali "Dimanakah saya dalam hubungan saya dengan lingkungan?"

Tabel 3.1

Perbandingan Dua Sistem Visual

<u>Keadaan</u>	<u>Focal Vision</u>	<u>Ambient Vision</u>
Lokasi Medan Visual	Di pusat	Pusat dan periper
Kesadaran	Sadar	Tidak sadar
Pengaruh Kurangnya Cahaya	Menurun drastis	Tidak menurun
Pertanyaan yang dijawab	Apakah itu?	Di manakah itu?

2. Kontrol Visual dalam Keterampilan Gerak

Bagaimana informasi visual digunakan untuk mengontrol gerakan, dan apakah faktor-faktor yang menentukan efektivitasnya? Untuk itu tetap harus dibedakan antara kedua fungsi visual di atas dalam hubungannya dalam mengontrol gerak, terutama karena keduanya mempunyai fungsi yang berbeda.

a. Focal Vision dan gerak

Meskipun karakteristik dari focal vision sebagai suatu sistem untuk mengidentifikasi obyek, adalah salah jika menyimpulkan bahwa sistem ini tidak mempunyai peranan sama sekali dalam mengontrol gerakan. Focal vision mempunyai akses pada kesadaran, sehingga ia diproses melalui

tahapan-tahapan pengolahan informasi, yang mengarah pada aksi dalam cara yang sama seperti sumber informasi lain. Dalam bagan-bagan tentang proses informasi, vision hanya dilihat sebagai salah satu sumber informasi dari lingkungan, sehingga hanya masuk ke arah loop melalui tahapan-tahapan pemrosesan informasi. Dalam satu hal, ini memang kelihatan nyata. Kita bisa melihat dan secara sadar mengidentifikasi seorang lawan yang datang pada permainan sepak bola, yang kemudian akan mengarahkan kita untuk memutuskan untuk mencoba mencegahnya. Focal visionlah yang terlibat dalam hal ini, dan kegagalan dalam mengidentifikasi obyek secara tepat akan mengarah pada kesalahan serius. Demikian juga dalam mengendarai mobil di malam hari, ketika ketepatan focal sistem dikurangi secara besar-besaran.

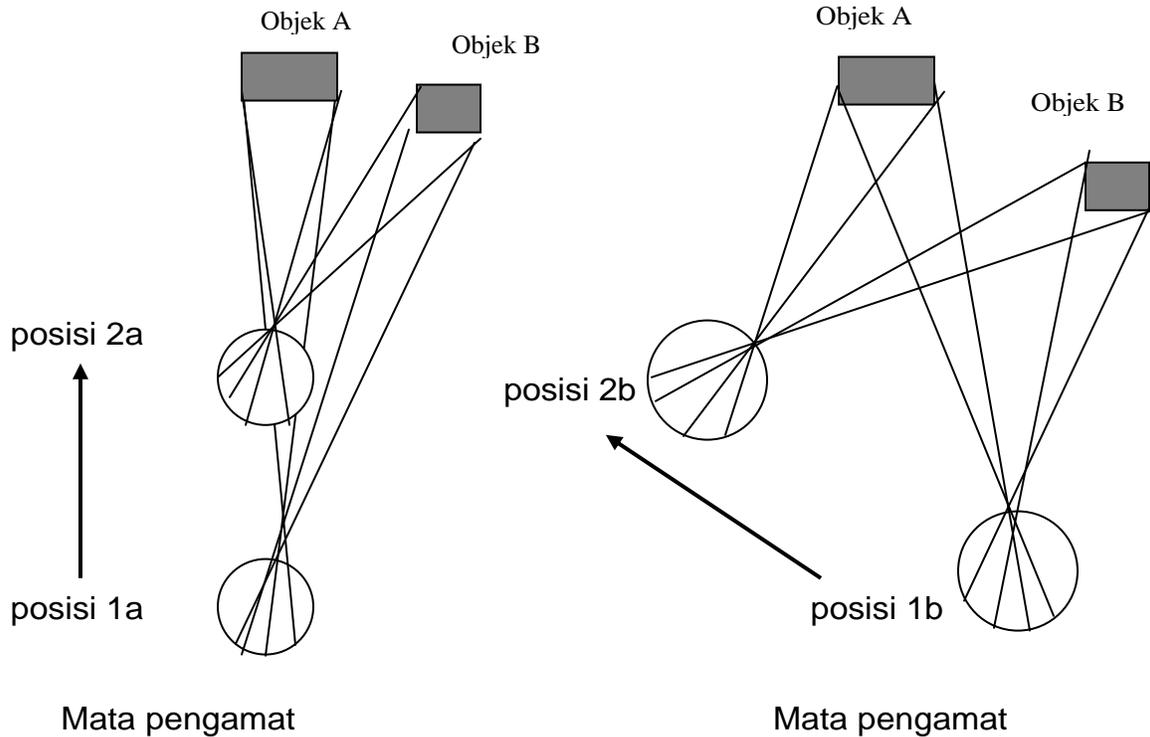
Sebelum disadarinya sistem ambient untuk mengontrol gerakan, para ahli mempercayai bahwa sistem focal yang disadarilah sebagai satu-satunya cara informasi visual yang dapat mempengaruhi aksi. Dengan pandangan demikian, pemukul (baseball) yang memperhatikan suatu lemparan ke arah plate hanya bersandar pada proses yang relatif lamban dalam tahap-tahap pengolahan informasi untuk mendeteksi pola lambungan bola dan untuk memulai perubahan-perubahan dalam pengontrolan gerak. Tentu saja pengontrolan gerak semacam ini terlalu lamban dan tidak berguna. Oleh karenanya, informasi baru tentang ambient sistem, bersama-sama dengan gagasan tentang proses optical-flow dalam vision, telah secara jelas merubah pengertian pengolahan informasi visual untuk suatu aksi.

b. Ambient Vision dan Kontrol Gerak

Melalui teori dari almarhum James J. Gibson, para ilmuwan telah mulai mempertanyakan aspek-aspek apa saja dari informasi visual yang diproses oleh pelaku untuk mengontrol gerak. Satu konsep yang penting dalam hal ini adalah pola-pola *optical-flow*.

c. Optical-flow.

Pada saat kita melihat ke dalam lingkungan yang bertekstur, setiap hal yang dapat dilihat menggambarkan sinar cahaya, yang memasuki mata kita pada sudut tertentu, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.3
Perpindahan posisi letak titik sentuh benda yang bergerak dalam retina

Bayangkan obyek A dan B dalam lingkungan, yang masing-masing merefleksikan sinar sebuah mata yang terletak dalam posisi 1 (hanya satu mata yang diperlihatkan). Ketika mata pemerhati mulai bergerak ke arah posisi 2, sudut dari obyek ke mata berubah setiap waktu. Perubahan-perubahan ini berlangsung terus dan dapat dianggap sebagai aliran cahaya yang melintasi retina. Poin penting dalam hal ini adalah bahwa aliran optis ini memberi pelaku banyak jenis informasi penting tentang gerakannya dalam lingkungan, sebagai berikut:

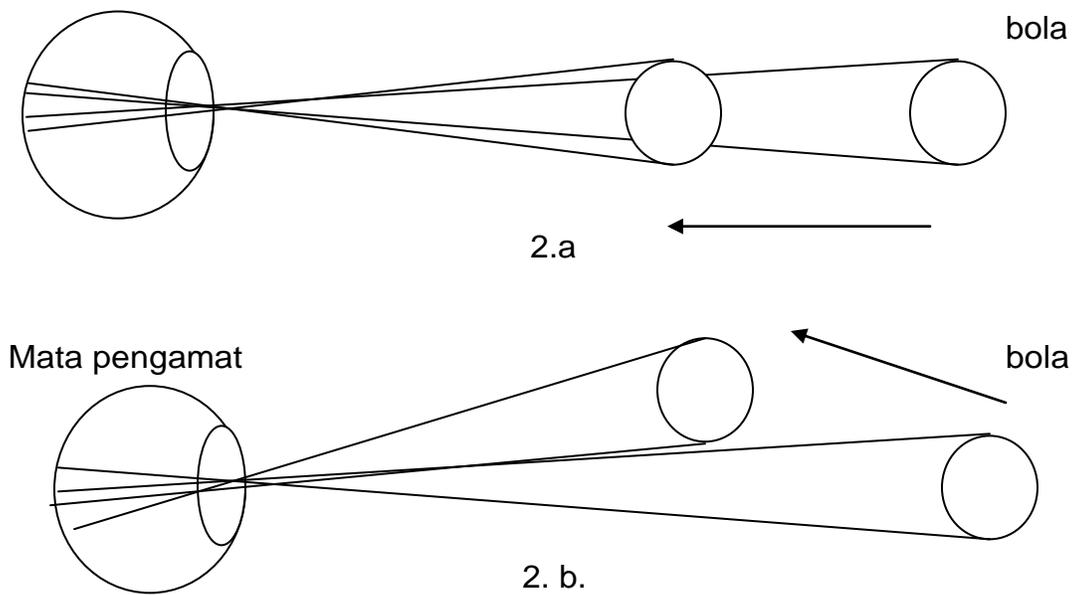
- stabilitas dan keseimbangan

- Kecepatan gerakan melalui lingkungan
- Arah gerakan yang relatif ke arah obyek dalam lingkungan
- Gerakan dari obyek-obyek lingkungan yang relatif ke pelaku
- Waktu sebelum kontak antara pelaku dan obyek.

Anggaplah bahwa pemerhati bergerak langsung ke arah obyek A, seperti dalam gambar (1). Gerak ke depan dirasakan dengan peningkatan pada sudut antara sinar cahaya dari dua ujung obyek A. (Juga, sinar dari obyek B melintasi retina). Jika pemerhati bergerak ke belakang, perubahan-perubahan tersebut akan terjadi sebaliknya, mengindikasikan gerak yang berlawanan dalam lingkungan. Kecepatan dari gerakan dirasakan dari tingkat perubahan sudut antara sisi obyek A dan B, dengan gerakan yang lebih cepat membuat perubahan-perubahan itu lebih cepat dalam sudut-sudut ini.

Di samping informasi tentang dimensi ke belakang dan ke depan, informasi tentang perbedaan kecil dalam arah layangan (travel) diberikan juga oleh optical-flow. Dalam gambar (1a), pemerhati bergerak langsung ke arah obyek A, sehingga sudut-sudutnya berubah pada kecepatan yang sama sepanjang waktu. Secara umum, bergerak langsung ke arah suatu obyek dirasakan ketika sudut-sudut dari kedua sisi berubah relatif terhadap garis pandangan pada tingkat yang sama, tetapi dalam arah yang berlawanan. Akan tetapi, jika pemerhati bergerak sehingga obyek lewat pada sisi kanan (lihat gambar 1b), kemudian semua sudut berubah dalam arah yang sama, dengan sudut-sudut dari sisi kanan dari obyek yang berubah lebih cepat daripada obyek yang di kanan.

Yang terjadi pada saat kita mengetahui adanya perubahan-perubahan sudut pandang kita dihubungkan dengan lingkungan kita dalam mengolah informasi yang masuk, oleh D.N. Lee diberi istilah *visual proprioception*, yang menggambarkan kenyataan bahwa pandangan dapat memberikan banyak informasi tentang proprioception, yaitu gerakan tubuh dalam ruang.



Gambar 3.4
Optical flow memberikan informasi ttg kecepatan bola

Visual proprioception juga bekerja untuk situasi-situasi di mana suatu obyek, seperti bola, bergerak ke arah pengamat yang tidak bergerak. Dalam gambar berikut (2 a) dapat dilihat, sudut-sudut cahaya dari ujung bola berkembang pada tingkat yang sama dari setiap sisi bola, yang menggambarkan bahwa bola sedang datang langsung ke arah mata. Dalam gambar 2 b, bola tidak datang langsung ke arah pengamat, sehingga sudut-sudutnya berubah dalam arah yang sama, tetapi sudut-sudut yang datang dari sisi kiri bola meningkat lebih cepat daripada sudut-sudut yang dari kanan. Ini menunjukkan bahwa bola akan melewati samping kiri pengamat; barangkali bertindak sebagai input pada motor system untuk menggerak-kan lengan untuk menangkap bola.

Satu kasus khusus dari gejala ini adalah image yang mengancam, dimana suatu obyek datang langsung ke mata dan mengancam akan mengenai. Kita semua pasti sudah mengalami ini, dan respon kita adalah mengedipkan mata kita hampir secara otomatis, dibarengi dengan meng-goyang kepala kita untuk menghindari terpukul bola. Bahkan bayi yang baru lahir menunjukkan respon yang sama jika sebuah tangan digerakkan langsung pada mukanya,

walaupun bayi itu belum pernah terpukul pada mukanya sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa respon tersebut relatif otomatis dan tidak perlu dipelajari. Manusia barangkali mempunyai ke-mampuan bawaan untuk mendeteksi pola khusus dari optikal flow yang menentukan sesuatu yang nampak mengancam (looming); untungnya reaksi penghindaran yang efektif dibuat sebagai respon terhadap pola ini.

d. Peranan Optikal Flow

Informasi yang bisa diberikan oleh pola optical flow minimal ada dua yaitu:

1. memberikan informasi tentang waktu tempuh suatu benda.
2. memberikan keseimbangan.

1) Informasi waktu tempuh

Pola optical flow dari suatu benda yang datang, misalnya bola, memberikan informasi kepada kita tentang waktu yang tersedia dari benda itu hingga mencapai permukaan mata. Image retinal dari suatu benda yang sedang mendekat berkembang kalau benda itu mendekat, dan itu berkembang lebih cepat kalau objek itu mendekat lebih cepat. Besaran dari image retinal tadi, dibagi oleh tingkat perubahan image tersebut, menggambarkan waktu yang tersedia hingga terjadinya kontak. Jadi waktu yang tersedia dihasilkan dari informasi optical flow yang mungkin dihitung oleh sistem syaraf pusat untuk menentukan waktu.

Informasi waktu ini sangatlah penting didalam aksi interceptif yang melibatkan timing kebetulan, seperti memukul atau menangkap bola, menghindari tertabrak mobil, atau mempersiapkan otot-otot ketika masuk kedalam air pada lompat indah.

2) Keseimbangan

Pandangan lama menekankan peranan dari proprioceptor dalam mendeteksi hilangnya keseimbangan. Misalnya ketika tubuh condong ke depan, persendian ankle digerakan dan otot-otot yang berhubungan

diregangkan sehingga menghasilkan signal gerakan dari reseptor persendian dan kumparan otot. Juga receptor di bagian dalam telinga sensitif terhadap gerakan kepala, yang memberikan informasi tentang kecondongan tubuh. Sekarang, peranan vision dalam keseimbangan telah mulai nampak jauh lebih besar daripada dipercayai sebelumnya. Lihatlah lurus kedepan pada suatu benda di dinding. Tanpa memindahkan arah pandangan, gerakkanlah kepala Anda ke depan dan ke belakang dan perhatikanlah pada perubahan-perubahan dalam informasi visual. Anda akan melihat bahwa objek-objek dalam pandangan perifer nampak bergerak cepat bolak-balik dan perubahan-perubahan tersebut sangat tergantung pada gerakan kepala Anda.

Lee dan Aronson (1974) telah menunjukkan bahwa keseimbangan sangat kuat dipengaruhi oleh berbagai informasi visual, menunjukkan bahwa variabel optical flow dalam pandangan perifer penting untuk keseimbangan. Dalam eksperimen mereka, subyek berdiri dalam ruangan khusus yang dikelilingi dinding yang bisa bergerak, tetapi lantainya tetap diam, untuk mempengaruhi informasi optical flow. Menggerakkan dinding sedikit menjauh menyebabkan subyek condong ke depan sedikit, dan menggerakkan dinding mendekat menyebabkan subyek condong ke belakang.

Untuk anak kecil, dinding yang bergerak menjauh bahkan dapat menyebabkan tubuhnya terjerebab ke depan, dan gerakan dinding yang mendekat dapat menyebabkan dirinya tergeragap dan agak terpentak ke sikap duduk. Menggerakkan dinding ke arah subjek, menciptakan informasi optical flow yang sama dengan menggerakkan kepala ke depan, yaitu bahwa orang tersebut kehilangan keseimbangan dan jatuh ke depan. Kompensasi postural otomatisnya adalah mencondongkan tubuh ke belakang. Kompensasi yang didasarkan pada visual semacam itu jauh lebih cepat daripada yang dapat diterangkan oleh pengolahan yang sadar dalam focal sistem, dengan waktu latennya sekitar 100 ms. Eksperimen ini menunjukkan bahwa informasi optikal flow dan ambient sistem terlibat secara kritis dalam mengontrol kegiatan keseimbangan normal.

Pandangan ini mempunyai kaitan yang erat untuk postur-postur yang telah

dipelajari. Dalam melakukan handstand pada gelang-gelang, misalnya, dimana penting untuk tetap diam, sistem visual dapat memberi tanda perubahan-perubahan yang sangat penting dalam postur yang memberikan dasar untuk koreksi kecil untuk menjaga postur yang tetap. Dalam hal ini barangkali penting untuk melatih pesenam untuk menetapkan pandangan-nya pada titik tertentu pada matras dibawahnya untuk melihat perubahan-perubahan dalam informasi visual dengan mudah.

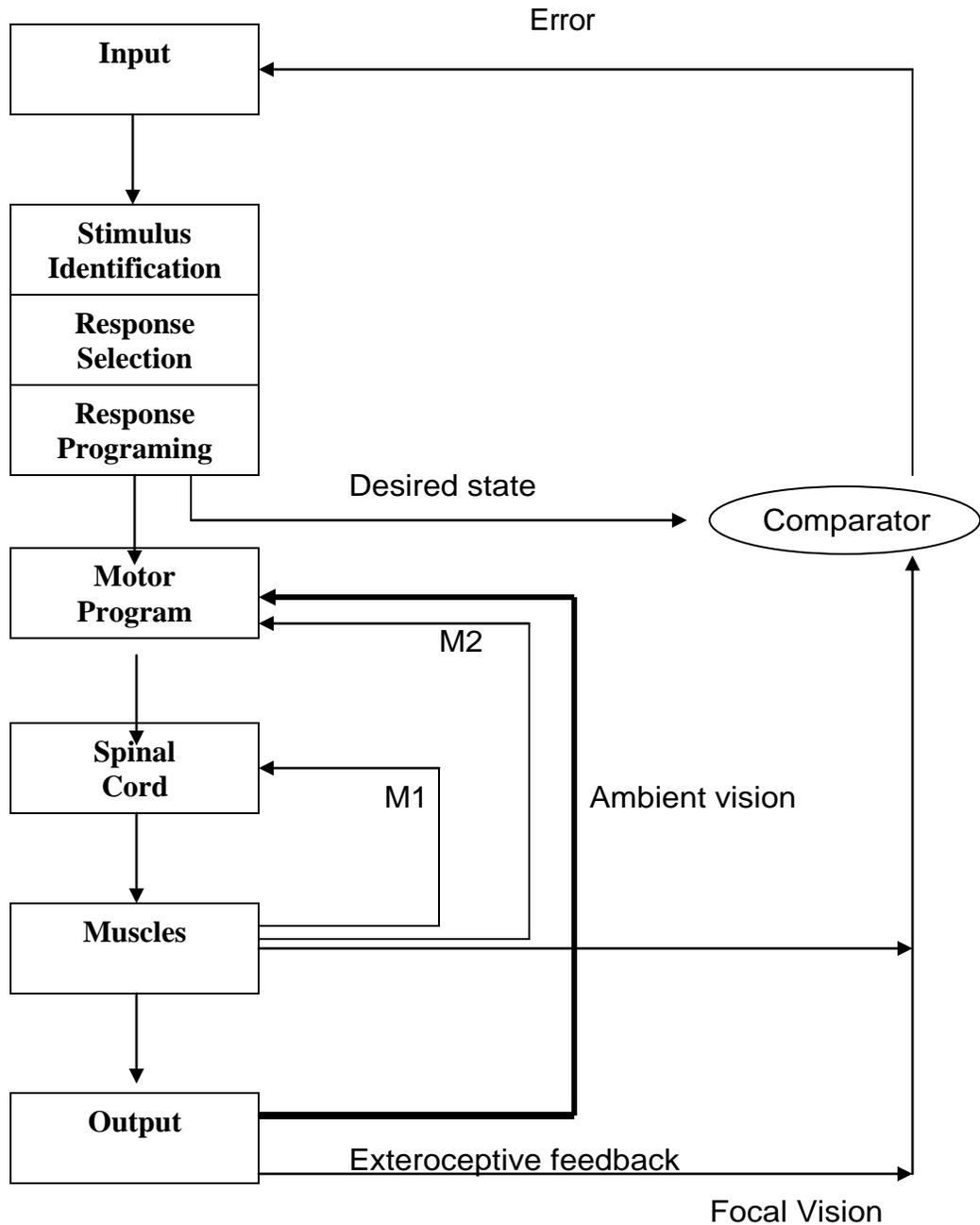
Arahkan Pandangan ke Bola

Barangkali cukup aneh kedengarannya jika seorang pelatih golf selalu bilang ke anak didiknya "Jagalah agar pandangan tetap ke bola" pada saat mengayun. Menjaga agar pandangan tetap ke bola softball yang mendekat pada kita dapat dimengerti alasannya karena kita dapat mendeteksi informasi terakhir tentang layangan bola ketika bola datang mendekat ke arah plate. Tetapi bola golf tidak akan pergi ke mana-mana hingga kita memukulnya, sehingga mengapa kita harus tetap melihatnya?

Peranan variabel optical flow dalam keseimbangan dapat menolong kita mengerti pertanyaan di atas. Pentingnya menjaga kepala dalam posisi yang konstan ke arah bola pada saat memukul, di mana perubahan kecil dalam posisi kepala ditandai dengan informasi optical-flow, adalah seperti contoh keseimbangan di bagian sebelumnya. Gerakan kecil dari kepala ke belakang pada saat mengayun ke belakang dapat dideteksi secara cepat, dan perubahan-perubahan kecil dalam otot-otot dapat dibuat untuk mengkompensasi gerakan-gerakan yang tak disengaja tersebut.

e) Vision dalam Model Konseptual

Prinsip-prinsip pengolahan informasi untuk motor control dapat ditambahkan pada model konseptual, yang dapat dilihat dalam gambar di bawah ini (Schmidt,1991)



Gambar 3.5 Model konseptual yang dikembangkan dengan fungsi vision

Terdapat dua loop umpan balik visual yang ditambahkan. Pertama adalah loop yang membawa focal vision (garis ganda). Focal vision, seperti telah diuraikan di muka adalah yang dibarengi kesadaran, lambat, dan menuntut perhatian, sehingga logis jika loop ini melalui tahap-tahap

pengolahan informasi. Vision ini akan mempunyai pengaruh pada gerakan tetapi hanya setelah penanguhan yang cukup lama. Di samping itu, sifatnya cukup fleksibel.

Yang kedua adalah loop yang dihubungkan dengan ambient vision, yang di sini ditunjukkan dengan garis paling tebal. Sebab informasi dari sistem ini tidak disadari, relatif cepat, dan tidak fleksibel, sistem ini diberi umpan balik pada tingkat yang rendah (low level) dalam sistem syaraf pusat, benar-benar di "arus bawah" dari proses yang memilih dan memulai gerakan, tetapi ada di "arus atas" dari otot-otot dan spinal cord. Jadi , ambient vision dapat dianggap beroperasi pada tingkat menengah dari sistem untuk membuat penyesuaian yang minor dalam aksi yang telah diprogram, seperti kompensasi untuk gerakan kepala dalam ayunan golf dan perubahan postur untuk memelihara keseimbangan pada gelang-gelang. Komando terakhir pada otot-otot didasarkan terutama pada aksi yang telah diprogram, tetapi harap diingat bahwa informasi ini dilengkapi oleh sedikitnya empat loop feedback yang berbeda yang menandai keadaan yang berbeda dari gerakan, dari lingkungan, atau dari keduanya.

Aplikasi praktis

Dari uraian di atas, maka dapat kita simpulkan beberapa hal yang dapat diterapkan dalam praktek.

- 1. Dalam kegiatan seperti memukul bola golf, mintalah pemukul melihat bola sebab ini akan menstabilkan kepala dan juga tubuh selama pergerakan ayunan.*
- 2. Dalam kegiatan keseimbangan seperti senam, mintalah pesenam memfokuskan pandangannya pada satu titik untuk memudahkan kontrol optical dari keseimbangan.*
- 3. Dalam softball, hindari penggunaan instruksi-instruksi yang akan memindahkan kontrol ambient vision ke kontrol focal vision, seperti "mulailah merespon ketika bola 2 meter di depanmu."*
- 4. Beri dorongan para murid untuk memberi respon-respon yang dipicu oleh visual ketika merasa "saatnya," menekankan kontrol ambient vision dan penggunaan informasi tentang waktu tempuh.*

5. *Dalam banyak gerakan, latihan mata tertutup dapat mencegah dominasi visual dan dapat memberikan kepekaan yang meningkat untuk sistem kontrol yang lain. (Schmidt, 1991)*

Latihan

Untuk memastikan bahwa Anda memahami konsep dan berbagai pengertian yang diuraikan dalam kegiatan belajar 1, kerjakanlah tugas-tugas latihan di bawah ini.

1. Uraikan perbedaan antara sumber informasi exteroceptive dan proprioceptive. Sumber informasi yang bagaimanakah yang termasuk pada masing-masing informasi tersebut?
2. Mengapa fungsi visual dianggap lebih istimewa dalam penghasilan gerakan dan keterampilan? Berikan bukti-bukti dari pernyataan tersebut.
3. Apakah yang dimaksud dengan sistem focal vision? Berikan contohnya.
4. Apakah yang dimaksud dengan sistem ambient vision. Berikan juga contohnya.
5. Yang manakah di antara kedua sistem tersebut di atas yang paling penting bagi penghasilan gerak yang cepat dan terarah?

Rangkuman

Terdapat dua sumber informasi yang dimanfaatkan tubuh untuk menghasilkan gerak keterampilan. Informasi yang datang dari lingkungan disebut informasi eksteroseptif, sedangkan yang berasal dari dalam diri sendiri disebut proprioceptive.

Informasi Exteroceptive extero berarti bahwa informasi yang diterima bersumber dari luar tubuh. Informasi yang paling umum dalam exteroceptive adalah yang berhubungan dengan mata (vision) dan telinga (audio).

Informasi Proprioceptive atau Kinestetik Kata awal *proprio* mengindikasikan informasi dari dalam tubuh, seperti posisi persendian, daya dalam otot-otot, orientasi dalam ruang (misalnya apakah terbalik atau tidak) dll. Istilah proprioceptive ini sering juga disebut dengan istilah *kinesthesia*. Awalan *kines*

berarti gerakan, dan *thesis* berarti "rasa." Jadi istilah ini menunjuk pada rasa gerakan dari persendian, tegangan otot-otot, dsb., yang memberikan data tentang aksi kita sendiri.

Closed-loop system adalah suatu cara yang penting untuk menggambarkan bagaimana informasi dari indera berfungsi dalam perilaku. Loop diartikan sebagai cekungan atau putaran. Dengan demikian, dengan sistem pengontrol loop tertutup diartikan sebagai suatu sistem yang tidak terputus, tetapi melingkar lagi ke awal.

Focal vision adalah sistem visual yang telah kita ketahui bersama secara umum dari pengalaman pribadi kita. Sistem ini dikhususkan untuk mengidentifikasi secara sadar obyek-obyek yang terletak pada pusat wilayah penglihatan.

Ambient vision biasanya tidak dikenali secara umum dalam hal keberجاannya, dan ini dikhususkan untuk mengontrol gerak. Berbeda dari focal vision, yang sensitif hanya pada kejadian-kejadian dalam pusat visual, ambient vision melibatkan seluruh wilayah visual, pusat dan perifer. Ambient vision bekerja secara tidak disadari, yang menyumbang pada pengontrolan halus dari gerakan tanpa disadari.

Kegiatan Belajar 2

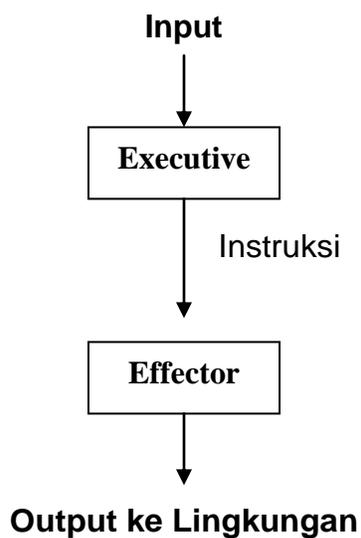
Teori Motor Program

Dalam berbagai kegiatan, terutama yang cepat dan dihasilkan dalam lingkungan yang stabil dan dapat diduga (misalnya lari gawang dan lompat indah), banyak orang akan menduga bahwa pelakunya telah memprogram gerakan tersebut sebelumnya dan kemudian memicunya, yang memungkinkannya untuk bekerja tanpa banyak modifikasi atau kesadaran dari setiap elemennya. Diduga juga bahwa pelaku tidak nampak mempunyai kontrol yang sadar terhadap gerakan tersebut setelah gerakan itu dimulai; gerakan tersebut nampaknya hanya bekerja sendiri. Benarkah demikian, dan bagaimana hal itu bisa diterangkan?

Jawaban terhadap pertanyaan di atas sejauh ini bisa diharapkan dari teori motor program, yang mendasarkan diri pada sejenis mekanisme pengontrolan yang dalam beberapa hal merupakan kebalikan dari sistem loop tertutup (closed-loop system). Tipe dari pengorganisasian fungsional tersebut disebut kontrol loop terbuka (open-loop control).

1. Open-Loop Control

Secara sederhana sistem open-loop control dapat digambarkan sbb:



Gambar 3.6: Elemen-elemen dari suatu sistem pengontrolan loop terbuka

Perhatikanlah bahwa struktur open-loop ini mempunyai dua hal yang sama seperti yang digunakan dalam closed-loop control, tetapi kehilangan mekanisme feedback dan komparator (pembanding) untuk menentukan kesalahan-kesalahan sistem. Sistem ini dimulai dengan input yang diberikan ke tingkat *executive* (pembuatan keputusan), yang tugasnya adalah untuk menentukan aksi apa yang harus diambil. Input tersebut kemudian dikirim ke tingkat *effector*, yang bertanggung jawab untuk melakukan instruksi-instruksi. Sekali aksi telah diselesaikan, tugas sistem itu selesai, sampai executive diaktivasi kembali. Tentu saja, tanpa adanya feedback sistem open loop ini tidak lagi peka dengan apakah aksi yang dilakukan efektif atau tidak, dan modifikasi terhadap aksi itu tidak dapat dibuat selama aksi itu masih dalam proses.

Umumnya, ciri-ciri dari sistem open-loop control yang murni dapat dilihat sbb:

- Operasi gerakan, urutannya, dan waktunya diprogram terlebih dahulu.
- Sekali program telah dimulai, rangkaian sistem tersebut tak dapat dimodifikasi.
- Tak ada kemampuan untuk mendeteksi atau mengoreksi kesalahan sebab feedback tidak dilibatkan.

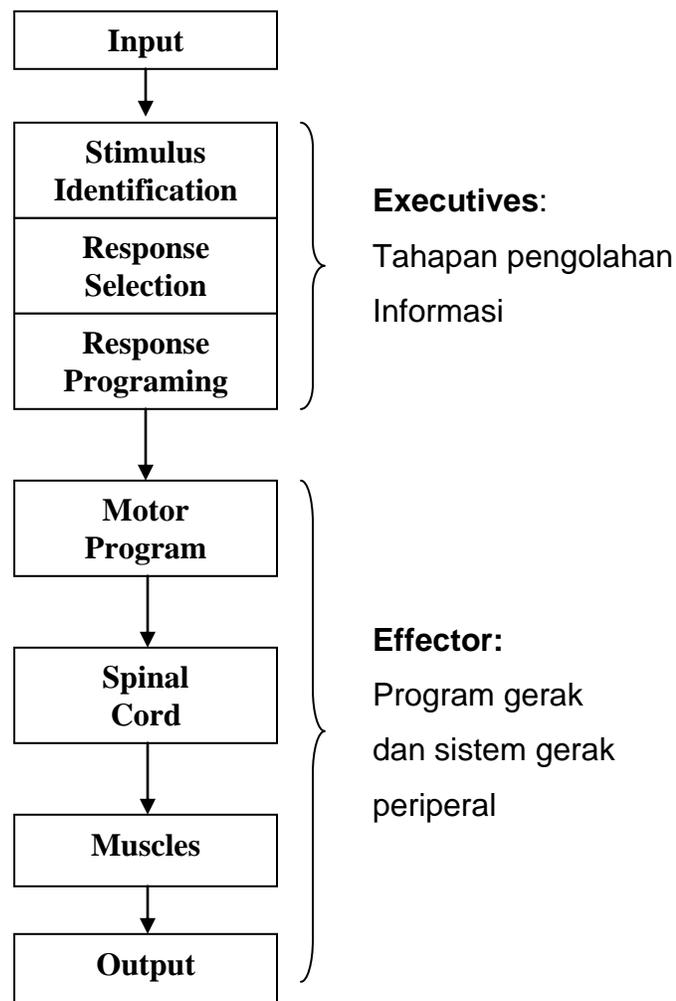
Sistem open-loop paling efektif dilakukan dalam lingkungan yang stabil dan dapat diduga, di mana kebutuhan untuk memodifikasi perintah rendah.

2. Motor Program sebagai Sistem Open-Loop Control

Dalam beberapa hal, banyak perilaku gerak—terutama yang cepat dan kuat, seperti menendang dan melempar—nampaknya dikontrol dalam cara open-loop dan tanpa kontrol yang sadar. Pelaku dalam tugas demikian tidak mempunyai banyak waktu untuk memproses informasi tentang kesalahan-kesalahan gerakan dan harus merencanakan gerakan dengan tepat terlebih dahulu. Ini tentunya berbeda dari gaya pengontrolan loop tertutup, di mana gerakan-gerakan berlangsung lambat dan benar-benar didasarkan pada proses feedback dari

berbagai macam sumber.

Open loop control terutama penting ketika situasi lingkungan stabil dan dapat diduga, dengan tidak adanya perubahan-perubahan dalam lingkungan yang memerlukan perubahan-perubahan dalam gerakan yang direncanakan setelah dilaksanakan. Di bawah keadaan yang stabil, gerakan manusia nampaknya dilakukan tanpa banyak kemungkinan untuk modifikasi. Gagasan umum tentang ini telah dipopulerkan 100 tahun lalu oleh psikolog William James (1890) dan telah bertahan sebagai cara yang paling penting untuk mengerti pengontrolan gerak. Sistem loop terbuka yang mendasar dapat terlihat dalam gambar di bawah ini:



Gambar 3.7. Model sistem kendali gerak open loop

Anggaplah suatu tugas seperti memukul bola softball dari lemparan pitching. Perangkat eksekutif, yang terdiri dari tahap pembuatan keputusan, menilai lingkungan dalam tahap pengenalan rangsangan, yang memproses informasi-informasi seperti kecepatan dan arah bola. Keputusan tentang jenis pukulan yang akan dilakukan dibuat dalam tahap pemilihan respon. Gerakan itu kemudian diprogram dan dimulai dalam tahap pemrograman respon, di mana detail-detail tentang kecepatan ayunan, sudut naik, dan waktu ditentukan.

Kontrol kemudian disalurkan ke perangkat effector untuk pelaksanaan gerakan. Program motorik yang terpilih sekarang melaksanakan gerakan ayunan dengan mengirim perintah ke spinal cord, yang akhirnya mengarahkan kontraksi otot-otot yang terlibat dalam ayunan. Gerakan ini kemudian mempengaruhi lingkungan ketika pemukul kontak dengan bola.

Pandangan begini, mempunyai program motorik sebagai agen yang menentukan otot-otot mana yang harus dikontraksikan, urutannya bagaimana, dan kapan. Meskipun tahap pengambilan keputusan menentukan program apa untuk memulai dan pada dasarnya mempunyai peranan dalam bentuk akhir, pelaksanaan gerakan sebenarnya tidak dikontrol oleh tahapan pembuatan keputusan, akan tetapi, gerakan-gerakan tersebut dilaksanakan oleh suatu sistem yang tidak berada di bawah kontrol yang sadar.

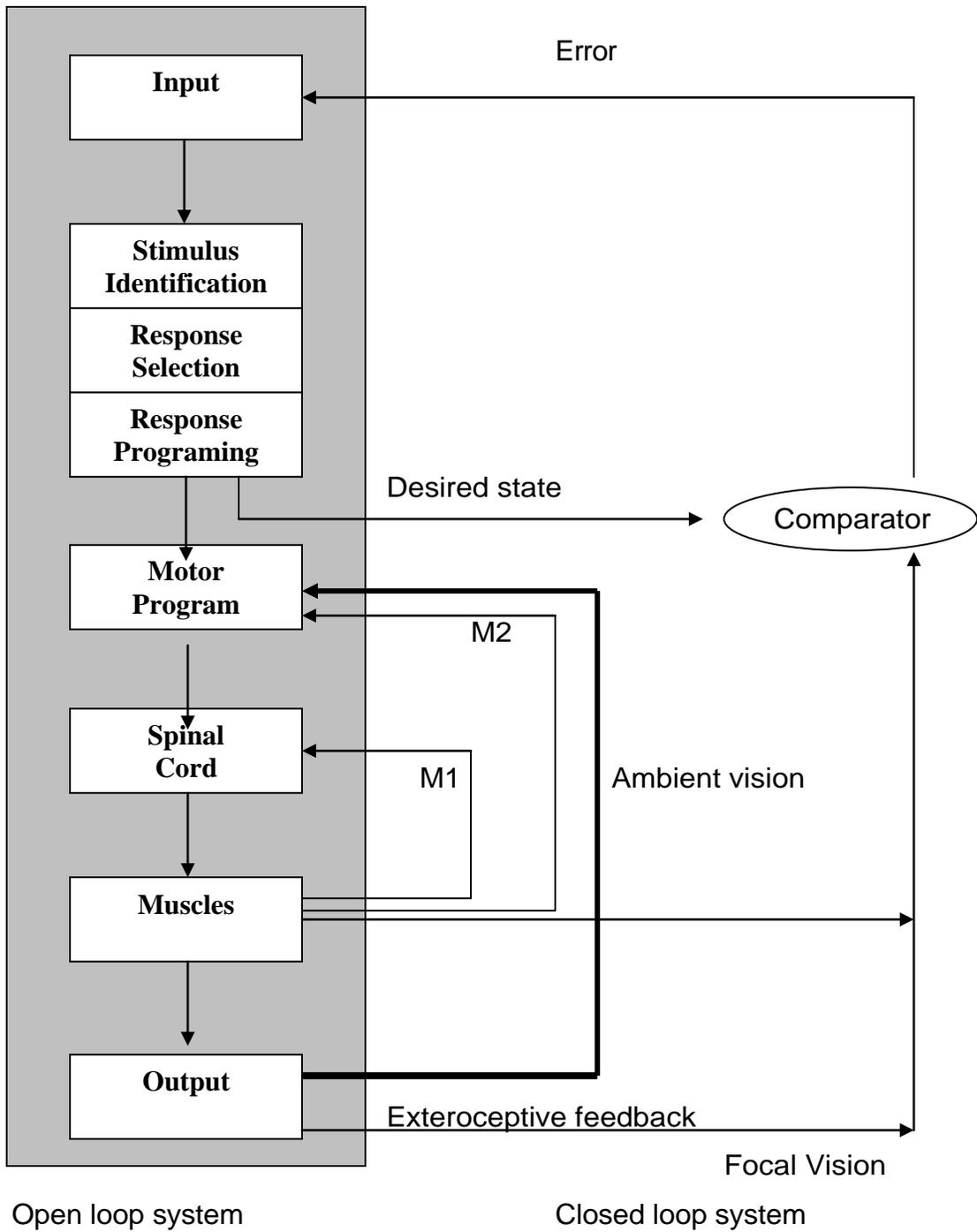
Latihan-latihan yang mengarah pada pembelajaran aksi-aksi terampil dianggap sebagai pembangunan program motorik yang baru, yang lebih stabil, lebih akurat, atau yang beroperasi lebih lama. Pertama-tama, program itu mungkin hanya mampu untuk mengontrol satu aksi yang berlangsung pendek. Dengan latihan, program itu kemudian menjadi lebih rumit, yang mampu mengontrol aksi-aksi yang berlangsung lama, barangkali bahkan mengatur kegiatan-kegiatan berbagai refleks yang menunjang tujuan gerakan keseluruhan. Program-program ini kemudian disimpan dalam memori jangka panjang (long-term memory) dan harus diungkap kembali serta disiapkan untuk permulaan dalam tahap pemrograman respon.

Keuntungan umum untuk pelaku yang menggunakan program motorik adalah bahwa berbagai proses yang sadar dan memerlukan perhatian dapat

dikurangi dalam memproduksi gerakan. Jika latihan berlanjut, program-program tersebut berkembang untuk melakukan kontrol yang lebih lama terhadap keterampilan yang lebih rumit, dan tahapan pemrograman respon (response-programming stage) akan semakin dikurangi keterlibatannya. Ini akan membebaskan proses-proses perhatian yang banyak untuk menampilkan kegiatan-kegiatan tingkat tinggi lainnya, seperti menilai bentuk atau gaya dalam senam atau menari atau mengikuti keberadaan elemen strategis dari permainan tenis.

Pembentukan motor program digambarkan oleh beberapa ahli sama seperti proses pembentukan schemata yang dipakai oleh Piaget dalam menggambarkan proses pembentukan pengetahuan. Schema, menurut Piaget (dalam Hergenhann dan Olson, 1993) adalah potensi untuk melakukan aksi dalam suatu cara tertentu. Masih dalam arti itu, Magill (1995) mencoba menggambarkan arti schema seperti yang dimaksud Piaget sebagai suatu aturan abstrak atau generalisasi yang dapat digunakan untuk membimbing perilaku.

Dalam arti demikian, Schmidt menganggap bahwa pembentukan motor program adalah juga sama seperti pembentukan schema tadi, di mana suatu schema akan memungkinkan pengontrolan gerak secara otomatis, sekali gerak itu direncanakan oleh pelakunya. Namun demikian, Schmidt sendiri tidak hanya membagi proses pengontrolan gerakan menjadi menjadi dua jenis sebagai suatu dikotomi. Ia mengungkapkan bahwa proses pengontrolan gerak itu bisa open-loop atau closed-loop, atau juga merupakan campuran dari keduanya, tergantung dari tugas gerak itu sendiri. Jika gerakan itu sangat cepat, maka kecenderungannya gerakan itu akan didominasi oleh pengontrolan open-loop, sedangkan jika gerakan itu sangat lambat, maka pengontrolannya akan didominasi oleh sistem loop tertutup (closed-loop). Sehingga model keseluruhan baik open loop maupun closed loop. Dapat digambarkan secara terpisah atau bersama-sama seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.8 Model konseptual yang membedakan antara sistem loop tertutup dan loop terbuka (diberi latar belakang)

Tiga Bukti Adanya Program Gerak

Untuk mendukung teorinya tentang motor program, para ahli mengajukan tiga bukti yang secara logis memberi gambaran tentang jalan pemikiran yang digunakannya. Bukti tersebut memasukkan hasil-hasil pengujian dan studi tentang pengaruh gerakan kompleks pada waktu reaksi, eksperimen pada binatang yang dihilangkan jalur umpan baliknya melalui operasi, dan penelitian yang menggunakan electromyography (EMG) untuk menganalisis pola gerak yang dihambat secara tanpa diduga.

Reaksi waktu dan Kompleksitas gerak

Waktu reaksi adalah interval waktu antara hadirnya stimulus dan mulai tampaknya sebuah respons. Dalam Schmidt, Henry dan Rogers, diceritakan melakukan pengujian terhadap waktu reaksi sejumlah peserta yang diminta untuk merespons secepat mungkin pada satu stimulus (suara gong) dengan membuat salah satu dari tiga jenis gerakan berbeda. Hasil dari eksperimen tersebut adalah bahwa waktu reaksi meningkat ketika kompleksitas gerak yang dihasilkan juga meningkat. Setiap kali gerakan itu bertambah kompleks, maka waktu reaksinya pun semakin bertambah. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

- ◇ Waktu reaksi meningkat ketika elemen tambahan ditambahkan pada suatu gerakan. Penekanan rem pada mobil yang transmisinya otomatis memerlukan waktu reaksi yang lebih pendek daripada pada mobil dengan transmisi manual, sebab tugas yang kedua membuatnya lebih kompleks karena harus dilakukan sambil menginjak kompling.
- ◇ Waktu reaksi meningkat ketika gerakan memerlukan koordinasi terhadap sejumlah anggota tubuh. Gerakan memblok satu tangan dalam judo atau tinju memerlukan waktu reaksi yang lebih pendek daripada bloking dengan gerakan dua lengan.
- ◇ Waktu reaksi meningkat ketika durasi sebuah gerakan menjadi lebih panjang. Sebuah ayunan pemukul softball yang berlangsung 100 ms memiliki waktu reaksi lebih pendek dari pada yang berlangsung 300 ms.

Interpretasi dari temuan tersebut adalah bahwa ketika suatu aksi lebih kompleks sifatnya, waktu reaksinya juga akan bertambah karena lebih banyak waktu dibutuhkan

untuk mengatur sistem dalam memulai gerakannya. Pengaturan awal ini terjadi dalam tahap pemrograman respons. Sesuai dengan teori motor program, gerakan yang diatur terlebih dahulu akan menempuh waktu yang lebih panjang jika gerakannya lebih kompleks. Waktu pemrograman yang lebih panjang ini diasumsikan terefleksi dalam waktu reaksi yang lebih panjang pada gerakan kompleks.

Eksperiment Deafferentation

Dalam teori faal kita mengetahui benar bahwa informasi indera dari persendian dan otot dibawa ke spinal cord. Teknik operasi yang disebut *deafferentation* menyebabkan perintah tersebut terhambat persis sebelum informasi tersebut masuk ke batang syaraf. Ketika operasi dilakukan, sistem syaraf pusat tidak lagi dapat menerima informasi indera dari bagian syaraf tepi tertentu, seperti dari salah satu anggota atau beberapa anggota tubuh.

Beberapa peneliti telah menggunakan prosedur deafferentation ini untuk menguji karakteristik pengendalian gerak pada binatang. Pertanyaan penelitiannya adalah jenis gerakan apakah yang dapat dilakukan binatang ketika binatang itu tidak mampu lagi mendapat informasi umpan balik dari anggota tubuhnya. Film dari sekelompok monyet yang sudah dioperasi deafferentasi pada anggota tubuh bagian atasnya masih menunjukkan kemampuannya untuk memanjat, saling kejar, menggaruk-garuk dan makan secara normal. Melihat kenyataannya, amat sulit mengenali bahwa binatang tersebut sudah dihilangkan fungsi informasi sensorisnya. Kesulitan yang terlihat hanya ketika mereka harus mengendalikan gerakan-gerakan halus, seperti memungut kacang atau memainkan benda-benda kecil lainnya dengan jari-jari mereka. Tetapi secara keseluruhan, monyet-monyet itu tidak menunjukkan mendapat kesulitan apapun dalam gerakannya.

Studi semacam ini benar-benar menggambarkan bahwa informasi sensoris dari anggota tubuh yang bergerak tidak amat kritis dalam menghasilkan gerakan, dan nyatanya banyak gerakan yang dapat dengan mudah dilakukan tanpanya. Bukti ini menyatakan bahwa teori pengontrolan gerak yang menganggap perlunya informasi sensorik dari anggota tubuh yang bergerak umumnya tidak benar. Artinya, ketika kita bergerak, yang diperlukan adalah pengaturan secara terpusat dalam motor program

dan dilaksanakan dengan jenis open-loop control. Dengan kata lain, banyak dari gerakan kita termasuk dalam olahraga atau keterampilan, diatur oleh motor program dan tidak perlu atau tidak bisa diubah lagi oleh umpan balik.

Pengaruh Pengeblokan Mekanis pada Anggota Tubuh

Garis pemikiran ketiga dari bukti yang mendukung adanya pengontrolan motor program datang dari eksperimen di mana orang coba diinstruksikan untuk membuat aksi anggota tubuh yang cepat (misalnya, menggerakkan sebuah alat seperti sebuah pengungkit). Pada beberapa percobaan, orang coba itu “dapat” melakukan gerakannya secara lengkap, tetapi kadang-kadang, tanpa diketahui, mereka ‘dihambat’ untuk menyelesaikan gerakannya (dengan sebuah hambatan mekanik yang dimasukkan peneliti ke dalam alat sehingga alat itu berhenti tiba-tiba). Sedangkan ke dalam otot-otot orang coba dipasang pula alat EMG yang memperlihatkan gerakan otot dalam layar monitor.

Hasil yang diperlihatkan EMG yang menunjukkan sinyal-sinyal kontraksi otot dari otot agonis dan antagonis menyimpulkan satu hal, yaitu bahwa kedua gerakan, baik yang diblok secara mekanis maupun yang tidak, sama-sama memperlihatkan pola garis yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa peranan umpan balik dari otot yang gerakannya dihambat ternyata tidak signifikan pada gerakan yang cepat, karena gerakan itu tetap berlangsung seperti direncanakan. Artinya, bahwa baik aktivitas otot agonis maupun antagonis dalam gerakan yang bersangkutan sama-sama sudah diatur terlebih dahulu dan tidak dapat diubah oleh informasi sensorik yang terjadi di bawah 100 ms hingga 120 ms. Artinya lagi, gerakan cepat tersebut sudah diatur oleh motor program, dan tidak memerlukan adanya umpan balik dalam pelaksanaannya.

Pemrograman Aksi Gerak

Dalam pelaksanaan gerakan yang cepat, pengendalian open loop memungkinkan sistem gerak mengatur keseluruhan suatu aksi terlebih dahulu. Agar hal itu bisa terjadi, proses pemrograman harus memasukkan kekhususan sebagai berikut:

- ◇ Otot-otot tertentu yang harus dilibatkan untuk menghasilkan aksi.
- ◇ Urutan dari bagian-bagian otot yang harus diaktifkan,

- ◇ Daya relatif dari beberapa otot yang berkontraksi,
- ◇ Waktu dan urutan relatif dari kontraksi-kontraksi yang terjadi,
- ◇ Durasi dari kontraksi otot yang bersangkutan.

Umumnya para teorisi motor program menganggap bahwa suatu gerakan diatur terlebih dahulu dengan suatu program yang merangkaikan beberapa mekanisme persyarafan yang bermuatan informasi tentang waktu dan peristiwa, semacam skenario gerakan, yang mengurai detail-detail penting dari gerakan ketika harus dilaksanakan pada setiap momennya.

Penyesuaian Postural Sebelum Aksi

Bayangkan bahwa Anda seorang peserta dari sebuah eksperimen di mana Anda diminta untuk berdiri dengan kedua lengan bergantung di samping badan. Kemudian, dengan aba-aba cepat, Anda harus mengangkat lengan kanan Anda secepat mungkin ke ketinggian bahu. Di manakah menurut Anda aktivitas otot yang pertama-tama terdeteksi dalam kaitannya dengan gerakan itu akan terjadi? Menjawab pertanyaan tersebut, banyak orang yang menduga atau menebak bahwa otot bahu lah yang akan pertama-tama bergerak. Padahal, dari data EMG diperoleh informasi bahwa otot-otot bagian pinggang dan tungkailah yang bergerak 80 ms lebih dahulu sebelum otot-otot bahu.

Urutan gerakan otot ini dapat sedikit membingungkan dan terasa aneh bagi kita orang awam. Namun jika ditelusuri, kejadian ini menunjukkan kecerdasan luar biasa dari tubuh karena menempuh prosedur seperti itu. Karena otot-otot bahu dihubungkan secara mekanis ke sisa bagian tubuh yang lain (misalnya, punggung dan lengan), kontraksi darinya mempengaruhi postur tubuh. Jika tidak ada mekanisme kompensasi persiapan dalam postur dibuat terlebih dahulu, mengangkat lengan akan menggeser titik berat tubuh ke depan, sehingga sedikit menghilangkan keseimbangan. Sistem gerak tubuh kita mempertimbangkan potensi masalah ini dengan memprogramkan modifikasi postural yang pantas terlebih dahulu, daripada mengharuskan tubuh menyesuaikan diri ketika terdapat masalah.

Terdapat bukti yang cukup kuat bahwa penyesuaian postural persiapan ini

sebagai bagian dari motor program dari gerakan lengan. Ketika gerakan lengan diprogram, motor programnya berisi instruksi untuk menyesuaikan postur dan baru menggerakkan lengan, sehingga aksi tersebut ditampilkan sebagai sebuah gerak terkoordinasi. Jadi, kita tidak perlu menganggap keduanya sebagai gerakan terpisah, tetapi benar-benar merupakan bagian yang berbeda dari suatu aksi terpadu yang mengangkat lengan sambil menjaga keseimbangan. Buktinya, penyesuaian postural persiapan ini menghilang dari catatan EMG ketika orang coba tersebut melakukan gerakan lengannya dari posisi bersandar ke tembok. Sistem 'yang pintar' tersebut menganggap bahwa penyesuaian postur itu tidak perlu situasi tersebut.

Motor Program Umum

Teori motor program sangat berguna untuk memahami pengaturan fungsional dari jenis aksi tertentu. Akan tetapi, teori motor program sederhana tidak mencakup beberapa aspek penting dari perilaku gerak. Keterbatasan yang paling utama adalah kegagalan teori ini menjelaskan tentang bagaimana orang dapat menghasilkan gerakan baru dan menciptakan pola gerakan yang lebih fleksibel.

Bagaimanakah Gerakan Baru Dihasilkan?

Sering kita menyaksikan dalam pertandingan seorang pemain tenis mendemonstrasikan kemampuan mengagumkan untuk menghasilkan aksi yang nampaknya benar-benar baru. Pemain tersebut dapat saja berada dalam keadaan *out of position*, tetapi masih sering dapat mengembalikan bola dari lawannya dengan pukulan yang sebelumnya belum pernah dilakukan atau dilatih dalam latihan.

Pengamatan terhadap kasus di atas memunculkan masalah untuk merumuskan teori motor program sederhana. Menurut pandangan sederhana, setiap variasi dari gerakan umum yang sama, seperti ayunan pukulan dalam tenis, memerlukan programnya sendiri, sebab setiap perbedaan dalam karakteristiknya memerlukan serangkaian perintah tertentu yang tersimpan dalam memori jangka panjang, yang disampaikan ke otot. Dengan pemikiran demikian, karena terdapat begitu banyak variasi dari setiap gerakan (misalnya, menendang, melempar, memukul, melompat), dapat dibayangkan bahwa manusia harus memiliki jumlah yang tidak terbatas dari program

gerak untuk menghasilkan semua gerakan-gerakan itu. Seorang ahli bahkan meragukan apakah manusia bisa menyimpan demikian banyak program dalam otaknya, sehingga dikatakannya kemungkinan akan terdapat “**permasalahan penyimpanan**” (storage problems). Di samping masalah penyimpanan, teori motor program sederhana juga harus menjelaskan **masalah kebaruan**. Pernahkah Anda melakukan gerakan yang benar-benar baru dengan sekali atau dua kali mencoba? Jawabannya tentu pernah. Pertanyaan berikutnya adalah, di manakah program gerak khusus tersebut disimpan? Tentu tidak bisa disimpan dalam memori jangka panjang, karena untuk itu diperlukan latihan yang lama dan berulang-ulang. Tidak juga gerakan-gerakan tersebut ditentukan secara genetik, karena bukan gerakan yang bersifat biologis secara alamiah seperti berjalan dan berlari. Sampai di sini, sepertinya teori motor program kehilangan kemampuannya untuk menjelaskan penampilan dari aksi baru tersebut.

Akhirnya, masalah penyimpanan dan kebaruan ini telah memotivasi pencarian alternatif untuk memahami pengendalian gerak (motor control). Hasilnya adalah sebuah gagasan yang muncul di tahun 1970-an, yaitu gagasan tentang program gerak yang lebih umum dalam sifatnya. Gagasannya adalah bahwa atlet atau manusia menyimpan pola gerak sebagai program gerak yang digeneralisasi. Akan tetapi, tidak seperti pola dari program gerak sederhana, program gerak yang digeneralisasi ini merupakan program yang dapat dimodifikasi walaupun terbatas, yang memungkinkan pelaku menyesuaikan gerakannya untuk memenuhi tuntutan lingkungan yang berubah. Di antara perubahan-perubahan tersebut termasuk perubahan dalam hal:

- ◇ Variasi dalam waktu gerakan,
- ◇ Variasi dalam amplitudo gerakan,
- ◇ Variasi dalam anggota tubuh dan otot-otot yang digunakan.

Mengenali Parameter Gerak

Menurut teori program gerak yang digeneralisasi, karakteristik seperti waktu gerakan, amplitudo gerakan, dan penggunaan anggota tubuh dan otot-otot dalam menghasilkan aksi merupakan keadaan yang superficial (permukaan) dari pola gerakan fundamental. Keadaan yang bersifat permukaan ini disebut juga sebagai parameter, yang berarti bahwa kesemua itu merupakan komponen yang dapat dimodifikasi dari

program gerak yang digeneralisasi.

Dengan menggunakan program gerak yang digeneralisasi, penampil dapat memodifikasi pola gerak yang sudah dipelajari untuk mengatasi tuntutan lingkungan yang berubah. Semakin banyak seseorang berlatih mempergunakan parameter gerak untuk kepentingan penampilannya, semakin baik pulalah kemampuan mereka untuk menentukan nilai parameter yang menghasilkan gerakan yang efektif.

Latihan

Untuk memastikan bahwa Anda memahami konsep dan berbagai pengertian yang diuraikan dalam kegiatan belajar 2, kerjakanlah tugas-tugas latihan di bawah ini.

1. Motor program merupakan sebuah struktur yang dipandang bertanggung jawab dalam menghasilkan gerakan-gerakan cepat. Jelaskanlah karakteristik dari motor program ini, dan apa kelemahan dari teori motor program tersebut?
2. Apakah bukti yang mendukung adanya motor program? Jelaskanlah masing-masing argumennya.
3. Apakah yang dimaksud dengan teori program gerak dan bagaimanakah mekanisme dari program itu dalam menghasilkan gerak yang kompleks.
4. Penghasilan suatu gerak yang cepat bisa dimungkinkan oleh adanya program gerak yang diatur oleh sistem loop terbuka (*open loop control*). Apakah yang dimaksud dengan sistem loop terbuka ini?
5. Dikaitkan dengan sistem pengontrolan loop terbuka dikenal juga sistem pengontrolan gerak secara tertutup (*closed loop*). Apakah perbedaan dari keduanya dan apa yang menjadi inti perbedaannya.

Petunjuk Mengerjakan Latihan

Semua jawaban untuk latihan-latihan di atas dapat ditemui pada naskah, sehingga apa yang harus Anda lakukan adalah mencoba mencari pokok masalah yang dipertanyakan dalam latihan. Sebagian pertanyaan memang

membutuhkan jawaban kritis dan analitis, atau kadang bersifat sintesis. Untuk itu, Anda diharapkan dapat mempelajari konsepnya secara mendalam, kemudian mencari hubungan dari konsep itu dan menyimpulkannya. Kadang, jawaban dari pertanyaan latihan dapat ditemui dengan mudah pada rangkuman.

Rangkuman

Ketika seseorang ingin menghasilkan aksi yang cepat, ia harus mengatur dan menghasilkan gerakan dalam model open-loop. Motor program merupakan struktur yang diasumsikan melaksanakan aksi seperti itu. Beberapa bukti eksperimen mendukung pendapat tentang motor program ini, yaitu:

- ◇ Waktu reaksi yang lebih panjang ketika melakukan gerakan yang kompleks,
- ◇ Binatang yang dibedah dan dihilangkan fungsi sensorisnya masih dapat menghasilkan gerakan yang relatif efektif.
- ◇ Pola aktivitas fisik selama 100 ms hingga 120 ms dari gerakan anggota tubuh tetap sama meskipun anggota tubuhnya dihalangi untuk terus bergerak

Teori motor program sederhana tidak dapat menjelaskan fenomena gerakan baru sebagai gerakan yang diatur sebelumnya di dalam motor program. Oleh karena itu, teori motor program perlu dipandang sebagai motor program yang digeneralisasi untuk memahami adanya kemampuan melakukan penyesuaian dengan memanfaatkan parameter superficial ketika kondisi dan tuntutan lingkungan berubah secara drastis.

Daftar Pustaka

- Harrow, Anita J. (1972). *A Taxonomy of the Psychomotor Domain*. Longman Inc. New York.
- Magill, Ricahrd A. (1993) *Motor Learning: Concepts and Applications (4th Ed.)*. WMC. Brown. Dubuque. IA.
- Schmidt, Richard A. (1991). *Motor Learning and Performance: From Principle into Practice*. Human Kinetics. Champaign, IL.
- Schmidt, Richard A. and Wristberg, Craig A. (2000). *Motor Learning and Performance: A Problem-Based Learning Approach*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Singer, Robert N. (1980). *Motor Learning and Human Performance: An Application to Motor Skills and Movement Behaviors*. Macmillan Pub.

New York.
Hergenhahn, B.R and Olson, Matthew H. (1993). *An Introduction to Theories of Learning*. Prentice Hall, New Jersey.