

że meteorolog stoi przed mapą pogody. Ten sam rodzaj technologii jest wykorzystywany do tego, aby sędziowie, zawodnicy i piłka wydawali się poruszać nad wirtualną linią pierwszej piłki. Jednak rozróżnienie, które piksele są graczami, a które częścią boiska, jest znacznie trudniejsze niż oddzielenie meteorologa od niebieskiej ściany. Prognozujący pogodę zwykle unikają noszenia ubrań w kolorze ściany, a ściana jest cała w tym samym kolorze. Z drugiej strony, boisko może mieć wiele różnych odcieni bieli (namalowane linie na boisku), zieleni (trawa lub sztuczna trawa) lub brązu (trawa lub błoto). Część boiska może być oświetlona słońcem, a inne części mogą być zacienione. Drużyny piłkarskie, takie jak Green Bay Packers, mają stroje częściowo zielone, co jest szczególnie trudne do odróżnienia od sztucznej trawy oświetlonej słońcem. Trudności mogą sprawiać także inne kolory, np. brązowy.

Dzięki ciągłej kalibracji system „1st and Ten” może śledzić, które kolory są częścią boiska, a które nie, dzięki czemu wirtualna linia nie jest przeciągana nad zawodnikami.

Podczas meczu system, składający się z pięciu komputerów, obsługuje zespół czterech osób. „Obser-

wator” znajduje się na stadionie i przekazuje drogą radiową informacje o położeniu linii końcowej do ciężarówki zawierającej sprzęt i dwóch innych członków zespołu. Technik zajmujący się pozycją linii wprowadza dane o lokalizacji do komputerów, monitoruje pozycję linii i dokonuje wszelkich niezbędnych korekt. Inny operator monitoruje zmiany w kolorach pól, dzięki czemu kluczowanie chromatyczne jest wykonywane prawidłowo. Wreszcie, osoba zajmująca się usuwaniem usterek szuka problemów i rozwiązuje je.

Jeden z komputerów odbiera i przetwarza dane z kamer dotyczące obrotu, pochylenia i zbliżenia. Inny monitoruje, która kamera jest „na wizji”. Trzeci komputer wyświetla obraz wideo z transmisji i nakłada na niego wirtualną mapę boiska, w tym aktualną linię końcową. Kolejny komputer rozróżnia, które części obrazu to boisko, a które to zawodnicy lub osoby funkcyjne. Wreszcie piąty komputer umieszcza wirtualną linię końcową na transmitowanym obrazie, omijając wszelkie nałożone grafiki, które sieć może umieścić na ekranie.

Więcej informacji na temat systemu „1st and Ten” oraz podobnych technologii dla innych dyscyplin sportowych można znaleźć na stronie www.sportvision.com.

8.9. Konwersja analogowo-cyfrowa

Jak wspomniano w podrozdziale 6.10, sygnały analogowe są przekształcane na postać cyfrową w dwuetapowym procesie. Najpierw sygnał analogowy jest próbkowany (tzn. mierzony) w okresowych punktach czasu. Następnie próbkom przypisywane jest słowo kodowe, które reprezentuje przybliżoną wartość każdej próbki. Częstotliwość próbkowania i liczba bitów używanych do reprezentowania każdej próbki to dwa bardzo ważne czynniki brane pod uwagę przy wyborze systemu przetwarzania analogowo-cyfrowego.

Częstotliwość próbkowania

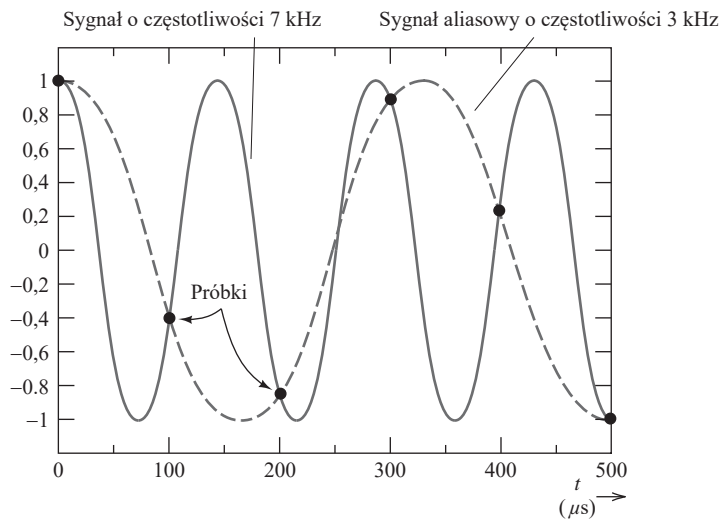
Częstotliwość próbkowania sygnału zależy od częstotliwości jego składowych. (Wszystkie sygnały można traktować jako sumy składowych sinusoidalnych o różnych częstotliwościach, amplitudach i fazach). Jeśli sygnał nie zawiera składowych o częstotliwościach wyższych niż f_H , cała informacja zawarta w sygnale jest obecna w jego próbkach, pod warunkiem, że częstotliwość próbkowania zostanie dobrana tak, aby była większa niż dwukrotność f_H .

Aliasing

Czasami możemy być zainteresowani tylko składowymi o częstotliwościach do f_H , ale sygnał może zawierać szum lub inne składowe o częstotliwościach wyższych niż f_H .

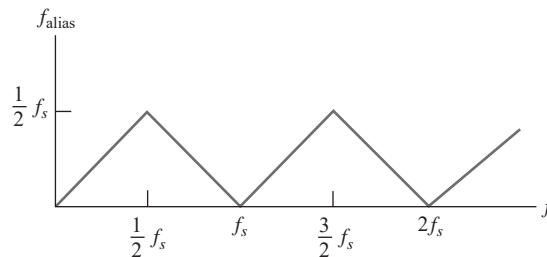
Jeśli sygnał nie zawiera składowych o częstotliwościach wyższych niż f_H , cała informacja zawarta w sygnale jest obecna w jego próbkach, pod warunkiem, że częstotliwość próbkowania zostanie dobrana tak, aby była większa niż dwukrotność f_H .

Jeśli częstotliwość próbkowania jest zbyt mała, może wystąpić zjawisko zwane **aliasingiem**. W przypadku aliasingu próbki składowej o wysokiej częstotliwości wydają się być próbkami składowej o niższej częstotliwości i mogą przesłaniać interesujące nas składowe. Na przykład na rysunku 8.24 pokazano sinusoidę o częstotliwości 7 kHz próbkowaną z częstotliwością 10 kHz. Jak widać na przerywanej linii, wartości próbek wydają się być wartościami sinusoidy o częstotliwości 3 kHz. Ponieważ częstotliwość próbkowania (10 kHz) jest mniejsza niż dwukrotność częstotliwości sygnału (7 kHz), próbki wydają się być próbkami o częstotliwości pozornej (aliasowej) (3 kHz). (Zauważ, że na podstawie próbek nie można stwierdzić, czy próbkowany był sygnał o częstotliwości 3 kHz, czy 7 kHz).



Rys. 8.24. Gdy sinusoida o częstotliwości 7 kHz jest próbkowana z częstotliwością 10 kHz, wartości próbek wydają się być wartościami sinusoidy o częstotliwości 3 kHz

Na rysunku 8.25 pokazano częstotliwość pozorną jako funkcję częstotliwości sygnału f . Gdy częstotliwość sygnału f przekracza połowę częstotliwości próbkowania f_s , częstotliwość pozorna próbek różni się od częstotliwości rzeczywistej sygnału.



Rys. 8.25. Częstotliwość aliasowa lub pozorna a częstotliwość rzeczywista sygnału

Jednym ze sposobów uniknięcia aliasingu jest wybranie wystarczająco wysokiej częstotliwości próbkowania, aby częstotliwości aliasów były wyższe niż częstotliwości