

Doporučuje časopis
PC WORLD



soubory ke stažení
www.grada.cz



DirectX

začínáme programovat

Pavel Pokorný

- Práce s 2D a 3D grafikou – DirectDraw a Direct3D
- Programování ovládacích zařízení pomocí DirectInput
- Tvorba programů se zvuky a hudbou – DirectSound a DirectMusic
- Popisy síťových komunikací – DirectPlay
- Vývoj jednodušších i složitějších multimedálních aplikací



GRADA

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.



Copyright © Grada Publishing, a.s.

Obsah

Úvod	7
Předpoklady ke studiu této knihy	8
Koncepte knihy	8
Zdrojové kódy knihy	9
Co budeme potřebovat	9
Poděkování a podpora.....	10
1. Blíže seznámení s DirectX	11
1.1 Součásti DirectX	12
1.2 Pohled do historie DirectX	13
2. Základní aplikace	15
2.1 Nastavení DirectX pro naše aplikace	15
2.2 Vytvoření základní Win32 aplikace	18
2.3 Zjištění verze DirectX	25
3. DirectDraw	29
3.1 Jednoduchá aplikace s DirectDraw	31
3.2 Triple buffering	43
3.3 DirectDraw v okně	48
3.4 Off-screen surfaces	52
3.5 Barevná paleta	58
3.6 Barevný klíč	62
4. Direct3D	73
4.1 Základní pojmy a transformace	76
4.1.1 Souřadnicový systém.....	77
4.1.2 Vertexy, hrany a plochy.....	77
4.1.3 Transformace a matice	78
4.2 Jednoduchá Direct3D aplikace v okně	80

4.3	Direct3D v celoobrazovkovém režimu	90
4.4	Surfaces v Direct3D	94
4.5	Vykreslování jednoduchých objektů	104
4.6	Práce s index bufferem	113
4.7	Transformace	118
4.8	Práce se složitějšími objekty a formát .x.....	124
4.9	Materiály	131
4.10	Světla.....	134
4.11	Textury	140
4.12	Další využití textur a transformace objektů	147
4.13	Práce s texty	154
4.14	Práce s kamerou a okolí scény.....	163
5.	DirectInput.....	179
5.1	Práce s klávesnicí	180
5.2	Práce s myší.....	189
6.	DirectSound a DirectMusic.....	195
6.1	DirectSound.....	197
6.2	DirectMusic	201
7.	DirectPlay.....	207
7.1	Komunikace peer-to-peer	209
7.2	Komunikace klient/server	215
8.	Co dál?	217
8.1	Použité zdroje	218
	Rejstřík	221

Úvod

Pokud jste otevřeli tuto knihu, s největší pravděpodobností alespoň tušíte, co to DirectX vlastně je. Jde o kolekci pomocných softwarových nástrojů tvořících programátorské rozhraní, tzv. API (*Application Programming Interface*) pro tvorbu multimediálních a herních aplikací. Vyvíjí ho firma Microsoft, proto se s ním můžete setkat jednak v operačním systému Windows a dále na platformách této firmy, jimiž jsou herní konzoly Xbox (těmi se v této knize zabývat nebudeme).

V této knize se zaměříme na tvorbu aplikací ve Windows. Snad úplně každý počítačový uživatel si zkusil zahrát nějakou počítačovou hru, a právě u počítačových her se s DirectX můžeme setkat velice často. Důvody jsou jednoduché. DirectX poskytuje velice kvalitní nástroje pro práci s 2D i 3D grafikou, práci se vstupními zařízeními, se zvuky a hudbou, ale i pro komunikaci mezi počítači. A právě tyto věci jsou u multimediálních a herních aplikací stěžejní. Pokud tedy chcete nahlédnout pod pokličku tvorby takových programů, je tato kniha určena právě pro vás. Provede vás základy tvorby DirectX aplikací pro verzi DirectX 9.0c. Po jejím pečlivém prostudování byste měli být schopni ve svých programech používat jednotlivé komponenty DirectX. Nicméně vás zcela jistě nenaučí všemu. Celá problematika má totiž mnohem větší rozsah, který tato kniha nestačí pokrýt. Proto chce-

te-li se této oblasti věnovat opravdu důkladně, doporučuji prostudovat publikace, jejichž seznam se nachází na konci této knihy, a aktuálně sledovat internetové servery, věnující se této problematice.

Předpoklady ke studiu této knihy

Pro úspěšné studium této knihy budu předpokládat, že znáte programovací jazyk C++. Veškeré příklady a programové ukázky jsou právě v tomto jazyce. Nemůžeme zde vysvětlovat obecné programovací principy a základní pojmy jako proměnná, pole, ukazatel, objekt, zapouzdření, přístupová práva ve třídách atd. Pokud s programováním začínáte nebo částečně ovládáte jazyk C, doporučuji nejprve prostudovat nějakou odbornou publikaci, například [2]. Výhodou, ale ne nutností je také alespoň základní znalost Win32 API. Při programování jednodušších DirectX aplikací toho o Win32 API mnoho vědět nepotřebujete. To, co bude nutné z Win32 API vědět, se dočtete v této knize. Nicméně Win32API je velice rozsáhlé a nabízí spoustu užitečných funkcí, které můžete využít i později. Proto je vhodné mít o jeho možnostech alespoň přehled. Něco z Win32API využijeme i v ukázkových programech této knihy. Kompletní popis Win32API můžete získat studiem knih [4] nebo [7]. Kromě tohoto jsou také vhodné znalosti určitých oblastí matematiky a počítačové grafiky (geometrie, trigonometrie, lineární algebra, rasterizace, grafické formáty, základy promítání apod.), které vám usnadní práci s DirectX3D.

Samozřejmě, že mnoho informací a ukázkových programů jazyka C++ a Win32 API naleznete i na internetu. Některé internetové odkazy naleznete i na konci této knihy, nebo můžete použít svůj oblíbený vyhledávač. Existuje mnoho webových serverů, které se tímto zabývají. Také tyto zdroje bývají doprovázeny četnými ukázkami programových kódů, jejichž prostudováním a praktickým vyzkoušením se toho naučíte nejvíce.

Koncepce knihy

Celková koncepce knihy se může na první pohled zdát ne zrovna vhodná. Ve většině kapitol jsou jednotlivá rozhraní, jejich objekty a metody vysvětleny přímo na příkladech. Důvodem chybějícího teoretického popisu ještě před příkladem je skutečnost, že nejde o příliš obsáhlá témata a přímo z programového kódu by měl být takový popis mnohem názornější. Naopak v místech, kdy by teorie bylo příliš mnoho, což by narušovalo plynulost popisu programu, je tento teoretický popis na začátku příslušné kapitoly uveden.

V knize je zejména kladen důraz na popis rozhraní, objektů, funkcí a datových typů, které patří do DirectX. Až na poslední dvě kapitoly (věnované DirectSound, DirectMusic a DirectPlay) je vše demonstrováno na funkčních programových ukázkách. Nebojte s nimi experimentovat a libovolně je upravovat. A nenechte se odradit chybami, které vám při tom možná bude hlásit kompilátor. I o tom je totiž práce programátora. Zkušený programátor ví, že nejde jen o napsání nějakého programového kódu, ale i o jeho efektivitu, rychlost, paměťové nároky atd. A nedílnou součástí programů je i vyhledávání a odstraňování chyb v programech, tzv. ladění. Ostatně jedno přísloví říká, že chybami se člověk učí.

Pro přehlednost textu v knize jsou příkazové nabídky či názvy souborů psány tučně a anglické výrazy jsou psány kurzívou. Zdrojové programy a programové příkazy jsou pak odlišným fontem. Občas je možné v textu objevit slova, která jsou v určitých případech odlišným fontem psána a jindy ne. Příkladem je DirectDraw. Zde nejde o chybu, ale opět o odlišení. DirectDraw je myšleno jako komponenta DirectX, zatímco DirectDraw představuje objekt, tedy část programu.

V této knize nejsou některé anglické výrazy překládány do češtiny. V některých českých publikacích tohoto typu naleznete pro výrazy „surface“, „front buffer“ a „back buffer“ překlady jako „povrch“, „přední povrch“ a „zadní povrch“. Osobně se však raději držím anglické terminologie, aniž by však tyto výrazy byly psány kurzívou. Je to výhoda i pro čtenáře, kteří budou studovat anglicky psané publikace tohoto typu.

Zdrojové kódy knihy

Programové ukázky, které naleznete v této knize, nemusíte opisovat. Stačí navštívit domovskou stránku nakladatelství Grada (www.grada.cz) a tam v sekci *Soubory a příklady ke stažení* tuto knihu vyhledat. Pod příslušným odkazem jsou tyto zdrojové kódy k dispozici. Po dekompresi staženého souboru se vytvoří složky, odpovídající číslům kapitol v této knize. V těchto složkách se nachází programy ve spustitelné formě a dále ve formě zdrojových kódů. Veškeré zdrojové kódy jsou doplněny četnými komentáři, které by měly usnadnit jejich pochopení.

Co budeme potřebovat

Než začneme programovat v DirectX, musíme mít dvě věci. První z nich je vývojové prostředí s kompilátorem. Jak jistě víte, kompilátorů existuje celá řada. U profesionálních vývojářů patří mezi nejčastěji používané Microsoft Visual Studio (nás konkrétně zajímá Microsoft Visual C++). V něm byly vytvořeny všechny programy, které v této knize naleznete. Doporučuji ho i vám, protože u jiných vývojových nástrojů mohou nastat problémy s nastavením a kompilací.

Jak jistě víte, Microsoft Visual C++ je komerční produkt. Nevlastníte-li toto vývojové prostředí, nemusíte zoufat. Existují i zkušební verze určené pro začátečníky a amatéry, kteří se chtějí naučit programovat. Zpočátku tedy nemusíte tímto směrem vynakládat žádné investice a teprve později, pokud budete chtít využívat všech předností, jimiž toto vývojové prostředí disponuje, si můžete některou z komerčních verzí Visual C++ zakoupit. Nejnovější verze, která je k dispozici zdarma, se jmenuje Microsoft Visual C++ 2005 Express Edition a stáhnout si ji můžete z internetových stránek Microsoftu [21]. Po instalaci a následném spuštění ve výběru nových projektů zjistíte, že je možné vytvořit pouze Win32 konzolové aplikace. Pro aplikace využívající DirectX potřebujeme čisté Win32 aplikace. Tuto komplikaci dokáže vyřešit programový balík Platform SDK, který si opět můžete bezplatně stáhnout z internetu. Po jeho instalaci musíme provést ještě určitá nastavení v našem vývojovém prostředí. Nastavení je poněkud více, ale nejsou nijak složitá. Pokud tedy chcete používat bezplatnou zkušební verzi Visual C++ a vytvářet v něm Win32 aplikace, stačí se držet postupu, který je popsán na internetových stránkách Microsoftu [23].

Kromě bezplatné verze Express je tu samozřejmě možnost zakoupení plné verze Microsoft Visual Studia (C++). Pokud s programováním začínáte a ještě nevíte, zda se programování stane vaším koníčkem nebo se jím budete živit, bude vám produkt nejspíše připadat velice drahý. V opačném případě se vám taková investice jistě vyplatí. Pokud však ještě nejste rozhodnutí nebo patříte spíše do první skupiny uživatelů a nechcete zpočátku příliš investovat, nabízí se ještě možnost pořídit si verzi starší. Předchozí verze nese název Microsoft Visual C++ 2003 .NET a té ještě předcházela verze Microsoft Visual C++ 6.0. Tyto starší verze se příležitostně dají zakoupit levněji.

Příklady, které jsou uvedeny v této knize, jsou vytvořeny v Microsoft Visual C++ 6.0. I samotný popis tvorby a nastavení projektů se týká této verze. Nicméně prostředí obou

novějších verzí je do značné míry koncipováno podobně jako ve verzi 6.0. Proto to, co je popsáno v následujících kapitolách, platí i pro novější verze. Samozřejmostí je, že v těchto novějších verzích můžete velice jednoduše zkompileovat všechny programy, které jsou uvedeny v této knize.

Pokud nechcete používat Microsoft Visual C++, nabízejí se i alternativy. Ať už se jedná o libovolný komerční nebo nekomerční vývojový nástroj, vyplatí se pečlivě prostudovat příslušnou dokumentaci a případně zjistit osobní zkušenosti jiných počítačových uživatelů a vyhnout se tak zbytečné investici. Protože je DirectX produkt firmy Microsoft, je nejlépe podporován vývojovými nástroji této firmy. U jiných vývojových nástrojů může mít použití DirectX jistá omezení, například nemusí správně fungovat všechny jeho součásti nebo může existovat podpora pouze zastaralých verzí.

Druhou věcí, kterou budeme pro naše programy potřebovat, je DirectX SDK (*Software Development Kit*). Jde o softwarový balík, který si můžete zdarma stáhnout ze stránek Microsoftu. [14] To nejdůležitější, co z něj potřebujeme, jsou hlavičkové soubory a knihovny, které podle implementovaných částí DirectX vkládáme a přilinkováváme do programových projektů (o způsobu implementace se můžete dočíst v druhé kapitole). Dále zde také můžeme nalézt i podrobnou dokumentaci a spoustu ukázkových programů i se zdrojovými kódy, které nám při studiu DirectX také velice pomohou. V současné době je k dispozici SDK pro DirectX verzi 9.0c. Tato verze již existuje několik let, ovšem každé dva měsíce pravidelně vycházejí aktualizace, které přinášejí jistě změny a vylepšení. To, co přibýlo nebo bylo upraveno, je vždy popsáno v souboru **directx9_c.chm**, který naleznete ve složce **Documentation** v instalaci DirectX SDK.

Samozřejmě je nejvýhodnější používat vždy nejnovější SDK. Pokud však při kompilaci chcete používat starší vývojové prostředí Microsoft Visual C++ 6.0, narazíte u nových DirectX SDK na problém, neboť většina programů nejspíše nepůjde zkompileovat. Důvod je ten, že Visual C++ 6.0 je starší vývojové prostředí a není již více než dva roky oficiálně podporováno. Proto používáte-li tento kompilátor, je potřeba si z internetu stáhnout starší verzi DirectX SDK (o podpoře kompilátorů se můžete dočíst v dokumentaci ke každé verzi SDK). Pokud ale s DirectX začínáte a budete programy vytvářet podle této knihy, nemusíte se ničeho obávat. Zde uvedené programy jsou koncipovány tak, aby šly kompilovat ve Visual C++ 6.0 i starších DirectX 9.0c SDK. Na internetových stránkách Microsoftu [14] si můžete stáhnout jak nové, tak i starší SDK.

Poděkování a podpora

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří mi umožnili tuto knihu napsat. Jde především o množství nejmenovaných programátorů, kteří se prostřednictvím internetu nebáli zveřejnit svoje osobní zkušenosti s DirectX na nejrůznějších příkladech a programech. Výčet často navštěvovaných internetových stránek, které se programováním v DirectX zabývají, najdete na konci této knihy. Ale poděkování patří i všem lidem v mém blízkém okolí, jejichž větší či menší pomoc, trpělivost a tolerance mi umožnily tuto knihu napsat.

Autor

Tato publikace vznikla za podpory výzkumného záměru MSM 7088352102.

1.

Blíže seznámení s DirectX

V úvodu jsme se krátce zmínili o tom, že DirectX je tzv. API rozhraní, které bylo navrženo pro snazší tvorbu multimediálních a herních aplikací. Toto API rozhraní obsahuje několik součástí, které jsou u podobných aplikací často používány. Jde především o nástroje pro práci s 2D/3D grafikou, zvuky (hudbou), síťovou komunikaci mezi počítači, vstupními zařízeními a přehrávání.

Setkat se s DirectX nemusíme jen u počítačových her nebo multimedií, ale stále častěji se také uplatňuje v aplikacích, které jsou vytvářeny pro praktické využití v průmyslových odvětvích (například strojírenství). Důvodem je zejména DirectX3D, které je hardwarově podporováno výrobci grafických karet a dokáže tak rychle poskytnout vysoce kvalitní 3D grafiku [13].

Z programátorského pohledu je DirectX založeno na tzv. COM (*Component Object Model*). COM představuje softwarovou architekturu definující vzájemné vztahy mezi jednotlivými komponentami. S rostoucími možnostmi počítačů roste i složitost programů. Proto se programy mohou skládat z komponent (komponenta je část programu, která má jisté specifikace). Jednotlivé komponenty společně komunikují prostřednictvím společného protokolu. COM tak poskytuje sjednocený, rozšířitelný, objektově orientovaný, komuni-

kační protokol. Jednoznačnou výhodou COM je tak přesná specifikace rozhraní, která zjednodušuje vývojářům tvorbu nových aplikací [1].

Pokud bychom měli uvést nějakou nevýhodu DirectX, je jí platformní závislost. DirectX je spojen pouze s Microsoft Windows, proto vyvíjené aplikace, které ho využívají, nelze zprovoznit pod jiným operačním systémem. Uživatelé, kteří chtějí používat DirectX programy navíc musí mít navíc nainstalovaný tzv. DirectX *end-user runtime*, který bývá součástí médií s takovými aplikacemi, nebo je možné ho zdarma stáhnout z internetových stránek Microsoftu [14]. Samozřejmě je přitom žádoucí, aby byla nainstalovaná nejnovější verze, kterou je ve Windows XP v současné době DirectX 9.0c.

1.1 Součásti DirectX

V této podkapitole si blíže představíme jednotlivá rozhraní, která jsou součástí DirectX 9.0c. Více se o nich samozřejmě dozvíme v dalších kapitolách této knihy, kde bude popsána tvorba programových aplikací využívajících tato rozhraní. Rozhraní je několik a vývojáři ocení jednu velice příznivou skutečnost – jejich programová implementace je velice podobná. Proto se nemusíte obávat, že se musíte složitě učit každou součást DirectX zvlášť. Pokud se tedy naučíte používat jedno z těchto rozhraní, nebude pro vás složitě zvládnout rozhraní jiné.

- ✓ **DirectX Graphics** – zahrnuje v sobě DirectDraw a Direct3D.
 - ✓ **DirectDraw** – používá se při práci s rastrovou 2D grafikou, přičemž důraz je kladen na maximální výkonnost. Podporuje hardwarovou akceleraci, tedy čím více funkcí je podporováno grafickou kartou, tím rychlejší jsou i programy, které tyto funkce využívají. Pokud taková podpora chybí, tyto funkce se emulují softwarově, ovšem právě za cenu ztráty výkonu. DirectDraw umožňuje vytvářet aplikace, jež běží v okně i v celoobrazovkovém režimu. V současné době se již DirectDraw nevyvíjí, poslední aktualizace tohoto API byly provedeny v DirectX verzi 7 a od verze DirectX 8 je DirectDraw spojeno s Direct3D. Nicméně ho můžete samozřejmě používat i v DirectX 9.
 - ✓ **Direct3D** – jak z názvu vyplývá, toto rozhraní je určeno pro práci s 3D grafikou (obsahuje i několik funkcí pro práci s 2D grafikou). Podobně jako u DirectDraw je i zde kladen důraz na maximální rychlost a výkonnost. Proto také staví na hardwarové akceleraci a nejvyšších výkonů dosáhneme, pokud máme grafickou kartu, která z tohoto rozhraní hardwarově podporuje co nejvíce funkcí. Mezi možnosti Direct3D patří například kreslení a prohlížení objektů, definování formátu pixelů, používání světelných zdrojů ve scéně, vylepšování obrazu (např. antialiasing, tedy vyhlazení ostrých hran), mapování textur nebo animování. To vše je samozřejmě možné provádět v aplikacích běžících v okně nebo v celoobrazovkovém režimu.
- ✓ **DirectX Input** – jeho součástí je DirectInput, což je rozhraní, které poskytuje služby nejrůznějších vstupních zařízení, jako je klávesnice, myš, joystick nebo gamepad. Součástí je i podpora tzv. *action mapping*. To znamená, že u vstupních zařízeních s programovatelnými tlačítky můžeme těmto tlačítkům přiřadit námi určené funkce.
- ✓ **DirectX Audio** – součástí tohoto API je DirectSound. Jak již z názvu vyplývá, jde o rozhraní umožňující komunikaci se zvukovými kartami, umožňuje tedy vytvářet

aplikace se zvuky a hudbou. Toto rozhraní je sdílené. Ke zvukové kartě tak může přistupovat několika aplikací zároveň. Samozřejmostí jsou základní i rozšiřující funkce, jimiž jsou například míchání (mixování) těchto zvuků, softwarové nastavování hlasitosti či urychlování/zpomalování přehrávání skladeb. Součástí je i práce s 3D zvuky (DirectSound3D).

- ✓ **DirectMusic** – seskupení objektů, které umožňuje podobně jako DirectSound přehrávání zvuků a hudby, ovšem na vyšší úrovni než DirectSound. DirectMusic má více možností, například přehrávání více zvukových formátů (především MIDI), kompletní systém pro implementaci dynamických zvukových stop, které se mohou měnit na základě určitých událostí, dále *downloadable sounds* (DLS – standard pro syntetizaci zvuků z digitálních vzorků uložených v programech, který zajistí stejný zvukový výstup na všech počítačích) a 3D polohové efekty hudebních a zvukových zdrojů.
- ✓ **DirectPlay** – jde o knihovnu objektů, určenou pro komunikaci s jinými počítači, které jsou mezi sebou vzájemně síťově propojeny. Využití tedy nalezne především v multiplayerových počítačových hrách nebo chatovacích aplikacích. Jednotlivé počítače mohou mezi sebou komunikovat přímo (peer-to-peer), nebo pomocí centrálního serveru (klient/server komunikace).

1.2 Pohled do historie DirectX

Vznik DirectX je spojen s operačním systémem Microsoft Windows 95. Oficiálně byl tento operační systém vydán v roce 1994 a pochopitelnou snahou Microsoftu bylo ho co nejvíce rozšířit mezi uživatele. To znamená, že muselo být možné dobře a efektivně tvořit co nejširší spektrum kvalitních aplikací. Oblast tvorby počítačových her pod Windows 95 byla problematická, protože funkce, které Windows poskytovala, byly pomalé a jejich možnosti omezené. Důvodem byl především chráněný paměťový režim, který blokoval přímý přístup k zařízením typu grafická či zvuková karta. Naproti tomu ve starším operačním systému (DOS) tento přímý přístup možný byl, proto i po uvedení Windows 95 byly počítačové hry stále vyvíjeny pro DOS [13].

Microsoft pochopitelně hledal cestu, jak zmíněná omezení Windows odstranit. Z těchto důvodů vzniklo DirectX. První verze byla uvolněna v září 1995 a nesla ještě původní název „Windows Games SDK“. Vývojáři navrhli základní grafickou technologii, která byla již od počátku tvořena tak, aby poskytovala co největší výkonnost. S postupem času, kdy narůstaly možnosti grafických karet a rychlost počítačů, bylo nutné provádět i aktualizace a rozšiřovat schopnosti DirectX. Jen tak mohlo držet krok s dobou a stále více se prosazovat v počítačových hrách, a posléze i mimo ně (v oblasti počítačové grafiky bylo a je nejvýznamnějším „konkurentem“ OpenGL). Proto vznikaly stále častěji nové verze. Přehled nejdůležitějších verzí s datem vydání a poznámkami obsahuje tabulka 1.1.

Tabulka 1.1: Přehled nejdůležitějších verzí DirectX. Zdroj: [13]

Verze	Datum vydání	Poznámky
DirectX 1.0	30. 9. 1995	
DirectX 2.0/2.0a	5. 6. 1996	Určeno pro Windows 95 OSR2 a Windows NT 4.0.
DirectX 3.0/3.0a	15. 9. 1996	Poslední verze, která podporovala Windows NT 4.0.