

要 旨

刺激格子に対する順行マスキングの 空間的時間的有效範囲に関する研究

津野 賢裕

工業技術の発展によりコンピュータの処理速度の高速化が進み、情報技術はめざましい発展を遂げている。しかし、それらの情報技術を利用する人間とコンピュータとの情報伝達システムが不十分であれば、いくら優れた技術でも利用価値は乏しい。したがって、トータルな情報システムを発展させていくためには、コンピュータの処理能力向上だけでなく人間についての理解が必要不可欠である。特に空間的時間的に隣接した視覚刺激の影響範囲の解明は、眼前に装着できる透過型ディスプレイ (Head Mounted Display : HMD) を用いて現実の環境から得られる視覚情報にコンピュータの画像情報などを重ね合わせて補足的な情報を与える強調現実感技術等において、刺激呈示方法の指針になると考えられる。

そこで本研究では、連続する二つの視覚刺激の呈示時間間隔が短い場合に、一つめの刺激 (マスク刺激) の影響によって二つめの刺激 (テスト刺激) の検出感度が低下する現象 (順行マスキング) の空間的時間的有效範囲を調べた。また、視覚刺激の方位や空間周波数を変化させたり、マスク刺激とテスト刺激をそれぞれ異なる眼に呈示することによって、マスキング効果の空間的時間的有效範囲がどう変化するかも調べた。

マスク刺激とテスト刺激が同一眼に呈示される条件 (単眼条件) と、異なる眼に呈示される条件 (両眼条件) で実験は行われた。マスク刺激とテスト刺激の呈示時間間隔は 57, 100, 160, 200 ミリ秒 であった。マスク刺激は 2 つの垂直縞が視野中心から水平に離されて呈示され、単眼条件の場合は右眼に、両眼条件の場合は左眼に呈示された。マスク刺激の中心間距離は 0, 2.5, 3.5, 4.5 度であった。マスク刺激の空間周波数は 4.0cpd であった。マスク刺

激の呈示時間は 57 ミリ秒であった。テスト刺激は右眼視野中心に呈示される縞であった。テスト刺激には垂直縞，水平縞，左斜め 45 度縞，右斜め 45 度縞の計 4 種類の刺激が用いられた。テスト刺激の空間周波数は 1.5cpd, 4.0cpd のいずれかであった。テスト刺激の呈示時間は 29 ミリ秒であった。

実験より，順行マスキングの空間的有效範囲はマスク刺激の中心間距離が 2.5 度以下であり，時間的有效範囲はマスク刺激とテスト刺激の刺激呈示時間間隔が 160 ミリ秒以下であることが分かった。両眼条件においてもマスキング効果はみられたが，マスク刺激とテスト刺激の呈示眼が同じであった場合や，方位や空間周波数が等しい場合に順行マスキングの空間的有效範囲は広く，時間的有效範囲も長い傾向があった。

順行マスキングはマスク刺激とテスト刺激の呈示位置に空間的な重なりがない，中心間距離 3.5 度以上の条件ではテスト刺激の方位検出に影響を与えていない。この結果は，順行マスキングの空間的有效範囲はマスク刺激とテスト刺激の空間的な重なりに依存しており，マスキングの強度が強くても空間的有效範囲は広がらないことを示している。

順行マスキングの時間的有效範囲は感度低下が顕著であった場合（マスク刺激とテスト刺激の方位や空間周波数が等しい場合）に長かった。この結果は，順行マスキングの時間的有效範囲はマスキングの強度に依存することが示唆している。

両眼条件におけるマスキング効果の発生は，この効果に両眼視覚情報統合後の作用が関連していることを示唆している。

これらの結果より，HMD 等でターゲットの補足的な情報を呈示させる場合，ターゲットとの空間的重なりは可能な限り最小限にすべきであり，もし空間的重なりが生じてしまう場合には 160 ミリ秒以上の呈示時間間隔が必要であることが明らかになった。また，ターゲット付近にはできるだけ刺激特徴（方位，空間周波数）の違うものを呈示すべきであることや，単眼式 HMD を用いる場合もマスキングの影響が反対の眼に及ぶことを考慮に入れなければならないことも示している。

キーワード ヒューマンインターフェース 視覚マスキング グレーティング
コントラスト閾値 抑制効果 両眼間転移

Abstract

The Spatio-Temporal Effective Range of Forward Masking on Test Gratings

Takahiro Tsuno

Human beings get a variety of visual information from the outside world by visual system. Therefore, our life can be more comfortable if we will use the visual system better. For that purpose, it is important to know how the human visual system processes the visual information. In this study, we investigated the process of luminance signal that is one of the most important as visual information. Especially, it is important to figure out a spatio-temporal effective range between visual stimuli because the knowledge about them can be applied, for example, to an augmented reality technology presenting signs properly on a head mounted display(HMD).

Therefore, we investigated the spatio-temporal effective range of forward masking, in which the sensitivity of a test stimulus was reduced by the presentation of a forward mask stimulus. As a method, we measured a contrast sensitivity of the test stimulus under the influence of the forward masking. Spatial effective range of forward masking were studied with changing a spatial separation between the mask and test stimuli. Temporal effective range of forward masking were also studied by changing an inter-stimulus interval(ISI) between the mask and test stimuli. In addition, we investigated that relation between masking effect and stimulus feature by changing a spatial frequency and an orientation of the test stimulus. Moreover, we investigated whether there would be an interocular transfer of masking effect with the interocular masking

condition.

The mask and test stimuli were sinusoidal gratings modulated in luminance and vignetted within a Gaussian envelope. The mask stimulus consisted of two Gabor patches that laterally displaced from the center of the screen. The spatial separation between centers of the mask stimuli was 0, 2.5, 3.5 or 4.5 degree of visual angle. The spatial frequency of the mask stimulus was 4.0 cpd. The contrast of the mask stimulus was 80%. A duration of the mask stimulus was 57 msec. The test stimulus was a single stationary Gabor patch that located at the center of the screen. The orientations of the test stimulus were -45, 0, 45 or 90 degree from a vertical line. The spatial frequency of the test stimulus was 1.5 or 4.0 cycles per degree(cpd). A duration of the test stimulus was 29 msec. The ISI between the mask and test stimuli was 57, 100, 160 or 200 msec.

As the results, the contrast sensitivities for the test stimuli in all subjects were decreased significantly when the inter-stimulus spatial separation of the mask stimulus was small(less than 3.5 degree) and the ISI was short(less than 160 msec). The results show no significant differences in the contrast sensitivity for the test stimulus when the inter-stimulus spatial separation became larger or the ISI became longer. Consequently, spatial effective range of forward masking was less than 3.5 degree and temporal effective range of forward masking was less than 160 msec.

The contrast sensitivity for the test stimulus was much decreased (significantly) when the test stimulus was the vertical-grating and the spatial frequency of the test stimulus was 4.0 cpd. These facts indicate that there are orientation-selectivity and spatial-frequency-selectivity in the forward masking effect. In addition, masking effect became weaker but still existed in the interocular masking condition. This interocular transfer of masking effect indicates that it is related to the higher brain function.

Our results indicate that when a supplemental information presents on HMD, it should not overlap spatially and/or temporally on targets. If they overlapped in the

presentation, the feature of supplemental information should be different each other. In addition, this interocular transfer of masking effect indicates that even when we use a monocular HMD to present supplemental information, we have to consider the influence of masking effect.

key words human interface visual masking grating
contrast threshold inhibiting effect interocular transfer